



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

NÁVRH NA VYUŽITÍ NOVÉ TECHNOLOGIE

PROPOSAL FOR THE USE OF NEW TECHNOLOGY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Kateřina Tichá

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D.

BRNO 2021

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav managementu
Studentka:	Kateřina Tichá
Studijní program:	Procesní management
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D.
Akademický rok:	2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Návrh na využití nové technologie

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Teoretická východiska práce

Analýza problému a současné situace

Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem bakalářské práce je vyhodnocení, zda je pro podnik vhodné do stávajícího procesu využít novou technologii.

Základní literární prameny:

IMAI, M. Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1621-0.

JUROVÁ, M. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.

LIKER, J. K. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7.

ŘEPA, V. Procesně řízená organizace. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4128-4

V Brně dne 28.2.2021

L. S.

doc. Ing. Robert Zich, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá využitím nové technologie, konkrétně svařovacího robota. Význam práce spočívá ve zhodnocení tohoto návrhu z hlediska produktivity i investice a obsahuje specifikaci vybraného svařovacího robota a svařovací buňky. Na konci práce se celý tento návrh ekonomicky zhodnotí.

Abstract

The bachelor's thesis deals with the use of new technology, concretely a welding robot. The importance of the work lies in the evaluation of this design in the terms of productivity, investment and contains the specifications of the selected welding robot and welding cell. At the end of the work, the whole proposal will be economically evaluated.

Klíčová slova

svařování, proces, robotizace, robot, technologie

Key words

welding, process, robotization, robot, technology

Bibliografická citace

TICHÁ, Kateřina. *Návrh na využití nové technologie*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/134853>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Pavel Juřica.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne

.....

podpis student

Obsah

Úvod	10
Vymezení problému a cíle práce.....	11
1. Teoretická východiska práce	12
1.1 Technologie svařování	12
1.1.1 Charakteristika svařovacího procesu	12
1.1.2 Základní pojmy	12
1.2 Základní metody svařování	14
1.2.1 Rozdíl mezi tlakovým a tavným svařováním	16
1.2.2 Svařování plamenem.....	17
1.2.3 Svařování elektrickým obloukem	19
1.3 Ostatní druhy svařování	19
1.3.1 Svařování plazmou	19
1.3.2 Svařování elektronovým paprskem	20
1.3.3 Svařování laserem.....	20
1.4 Svařování elektrickým obloukem	21
1.4.1 Elektrický oblouk.....	21
1.4.2 Vznik elektrického oblouku.....	21
1.4.3 Ruční svařování	22
Ruční obloukové svařování holou elektrodou	23
Ruční obloukové svařování netavenou elektrodou	23
1.4.4 Automatizované svařování	24
1.5 Podnikové procesy	28
1.5.1 Proces.....	28
1.5.2 Procesní řízení.....	28
1.5.3 Zlepšení procesu	29

1.5.4	Výrobní procesy v podnikání.....	29
1.5.5	Úspornější výrobní proces v podniku	29
1.6	Robotizace.....	30
1.6.1	Přínosy robotizace.....	30
1.6.2	Ekonomické důvody robotického svařování.....	30
1.6.3	Sestava svařovacího pracoviště	31
1.6.4	Svařovací robot	31
1.6.5	Rameno robota.....	31
1.6.6	Svařovací zdroj a podavač drátu	32
1.6.7	Polohovadla	32
1.7	Metoda váhového hodnocení nabídek.....	33
2.	Analýza problému a současné situace	34
2.1	Představení podniku.....	34
2.3	Předmět podnikání podniku	35
2.3.1	Výroba výtahových dveří typu VDJ včetně příslušenství	35
2.3.2	Výroba celoprosklených výtahových dveří	35
2.3.3	Výroba portálových stěn výtahů	36
2.3.4	Výtahové kabiny	36
2.3.5	Plastové výlisky	36
2.3.6	Komponenty pro zemědělské stroje.....	36
2.3.7	Stavební zámečnické produkty	37
2.4	Sortiment služeb	37
2.5	Organizační struktura podniku.....	37
2.6	Popis pracoviště pro svařování	38
2.6.1	Metody svařování:	38
2.7	Svařované díly	38

2.8 Porovnání nabídek svařovacích robotů.....	39
2.9 Vyhodnocení nabídek	40
2.10 Důvody výběru vhodné nabídky.....	41
2.11 Analýza výrobků a výpočet finanční úspory	42
3. Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení	44
3.1 Specifikace vybrané nabídky	44
3.1.1 Svařovací buňka ITM TM1400WG3.....	44
3.1.2 Technický popis – robotická technika	48
3.1.3 Technické parametry.....	52
3.1.4 Aplikační technika	53
3.1.5 Výhody svařovacího robota	55
3.1.6 Nevýhody svařovacího robota	55
3.2 Ekonomické zhodnocení – metody hodnocení investice.....	55
3.2.1 Rozsah dodávky a cena.....	56
3.2.2 Statické metody hodnocení investice.....	57
3.2.3 Dynamické metody hodnocení investice	58
Závěr	61
Seznam použité literatury	64
Seznam obrázků.....	67
Seznam tabulek.....	68
Přílohy.....	69

Úvod

V dnešní době je proces automatizace a robotizace čím dál populárnější. Stále více je lidská činnost nahrazována roboty. Tento trend je rozvinutý hlavně díky dnešní pokrokové době, spočívá v nahrazení manuálních prací těmi automatizovanými a není se čemu divit. Roboti mají velkou výhodu týkající se produktivity, efektivity a přesnosti. Jejich práce je velice produktivní, vyrábí mnohem rychleji než člověk a jejich vysoká přesnost zaručuje větší kvalitu výrobků. Proto se v této bakalářské práci budu zabývat zavedením svařovacího robota spolu se zavedením svařovacího pracoviště.

Proces zavedení automatizovaného svařovacího pracoviště spolu s robotem je velice náročný úkol jak po finanční, tak časové stránce. Z hlediska investice je zde riziko, že by se zavedení svařovacího robota nemuselo vyplatit. Následující kapitoly pojednávají o problematice robotizace a o posouzení investice do svařovacího robota.

První část teoretické práce je zaměřená na technologii svařování a na podnikové procesy, v druhé části se pojednává o robotizaci samotné. Na konci teoretické části se krátce věnuji metodě váhového hodnocení podle pořadí. Tuto metodu jsem využila při porovnání dvou nabídek svařovacích robotů.

V kapitole analýzy problému a současné situace nejdříve představuji samotný podnik, jeho strukturu a sortiment výrobků a služeb. Následně popisuji nynější svařovací pracoviště a vysvětluji fungování podniku. Poté přichází na řadu porovnání dvou nabídek svařovacích robotů pomocí metody váhového hodnocení a následný výběr a specifikace vybraného svařovacího robota. Na konci analytické části se zabývám analýzou výrobků, to znamená, jaké výrobky jsou vhodné pro svařování robotem. Tyto výrobky jsou uvedeny v tabulce, v které je posléze vypočítaná finanční úspora po zavedení robota za rok.

Stěžejní část práce představují kapitoly vlastních návrhů řešení a přínos návrhu řešení. V těchto kapitolách jsem specifikovala vybranou nabídku a pomocí statických a dynamických metod hodnocení investic jsem tuto nabídku zhodnotila z hlediska finanční stránky – tedy jsem provedla ekonomické zhodnocení celé investice.

Vymezení problému a cíle práce

Cílem bakalářské práce je vyhodnocení, zda je pro podnik vhodné do stávajícího procesu využít novou technologii, konkrétně svařovacího robota. Abych dospěla k závěru, zda je pro podnik zavedení svařovacího robota vhodné, nastavila jsem si dílčí cíle práce. Prvním dílčím cílem práce je vyhodnocení dvou obdržných nabídek svařovacích robotů a výběr té vhodnější. Dalším dílčím cílem je výpočet finanční úspory, kterou podnik bude mít při koupi vybraného svařovacího robota. Třetím dílčím cílem je ekonomické zhodnocení investice. Při výběru vhodné nabídky svařovacího robota je v práci použita metoda váhového hodnocení podle pořadí. Při výpočtech, týkajících se ekonomického zhodnocení, jsou použity statické a dynamické metody hodnocení investic.

1. Teoretická východiska práce

Teoretická část popisuje problematiku, řešenou v kapitole analýza problému a současného stavu. V této práci se teoretická část skládá ze čtyř hlavních kapitol. První kapitola se věnuje technologii svařování, druhá kapitola podnikovým procesům, třetí robotizaci a čtvrtá metodě váhového hodnocení podle nabídek.

1.1 Technologie svařování

Pro technologii svařování existuje spousta definic. Hodis (2013) tuto technologii definuje: „*Technologie svařování slouží k spojování kovů pomocí tepla, při teplotě tavení obou materiálů nebo tlaku vyvolávajícího deformaci kontaktních ploch.*“

1.1.1 Charakteristika svařovacího procesu

Svařování patří svým charakterem mezi nerozebíratelné druhy spojení dvou nebo více dílů. Ke spojení dojde v důsledku dodání určitého množství energie do místa styku dílů. Bylo vyvinuto více způsobů a technologií svařování, neboť je kvalitativně více možností přívodu tepla nebo kinetické energie do místa svaru. Různé způsoby svařování si dále vynutila potřeba svařovat velké množství různých materiálů při ještě větší potřebě různého konstrukčního uspořádání svařovaného uzlu. (Hodis, 2013)

Svařování se s výhodou uplatňuje ve strojírenské výrobě, u silničních a železničních vozidel, při stavbě lodí, v ocelových konstrukcích (např. jeřáby, mosty, dálkovody), u tlakových nádob pro chemii a energetiku, v elektrotechnice, při výrobě zařízení a strojů pro průmysl potravinářský atd. (Kovařík a Černý, 2000)

1.1.2 Základní pojmy

Svařování

Technologie svařování slouží k tomu, aby se vytvořil kvalitní, nerozebíratelný a trvalý spoj. Dva kovy se spojí pomocí tepla, při určité teplotě tavení nebo tlaku, který vyvolává deformaci spojovaných kontaktních ploch. Před začátkem svařování musí být nachystány všechny potřebné díly, materiály, vybavení a nástroje na svém místě. (Liker, 2007)

Svarek

Svarek je montážní jednotka zhotovená svařováním.

Svařenec

Svařenec je polotovar vzniklý při svařování.

Svarový spoj

Svarový spoj je vytvářen působením meziatomových sil, vazeb na teplem nebo tlakem aktivovaných plochách, které jsou v oblasti svařování v roztaveném nebo plastickém stavu. (Ambrož, Kandus a Kubíček, 2001)

Svar

Svar je část svarového spoje, vytvořená v důsledku krystalizace roztaveného kovu (v případě tavného svařování) nebo plastické deformace (svařování s použitím tlaku). (Kovařík 2000)

Navařování

Navařování je nanášení roztaveného kovu na danou součást pro zvýšení objemu, změnu vlastností, opravu vylomené či opotřeбенé části apod.

Základní materiál

Základní materiál je materiál, který svařujeme nebo na který navařujeme.

Přídavný materiál

Přídavný materiál je materiál, který se přidává do svarové lázně.

Svarový kov

Kov odtavený z přídavného materiálu bez promísení se základním materiálem. (Primus 1961)

Svarový kov spoje

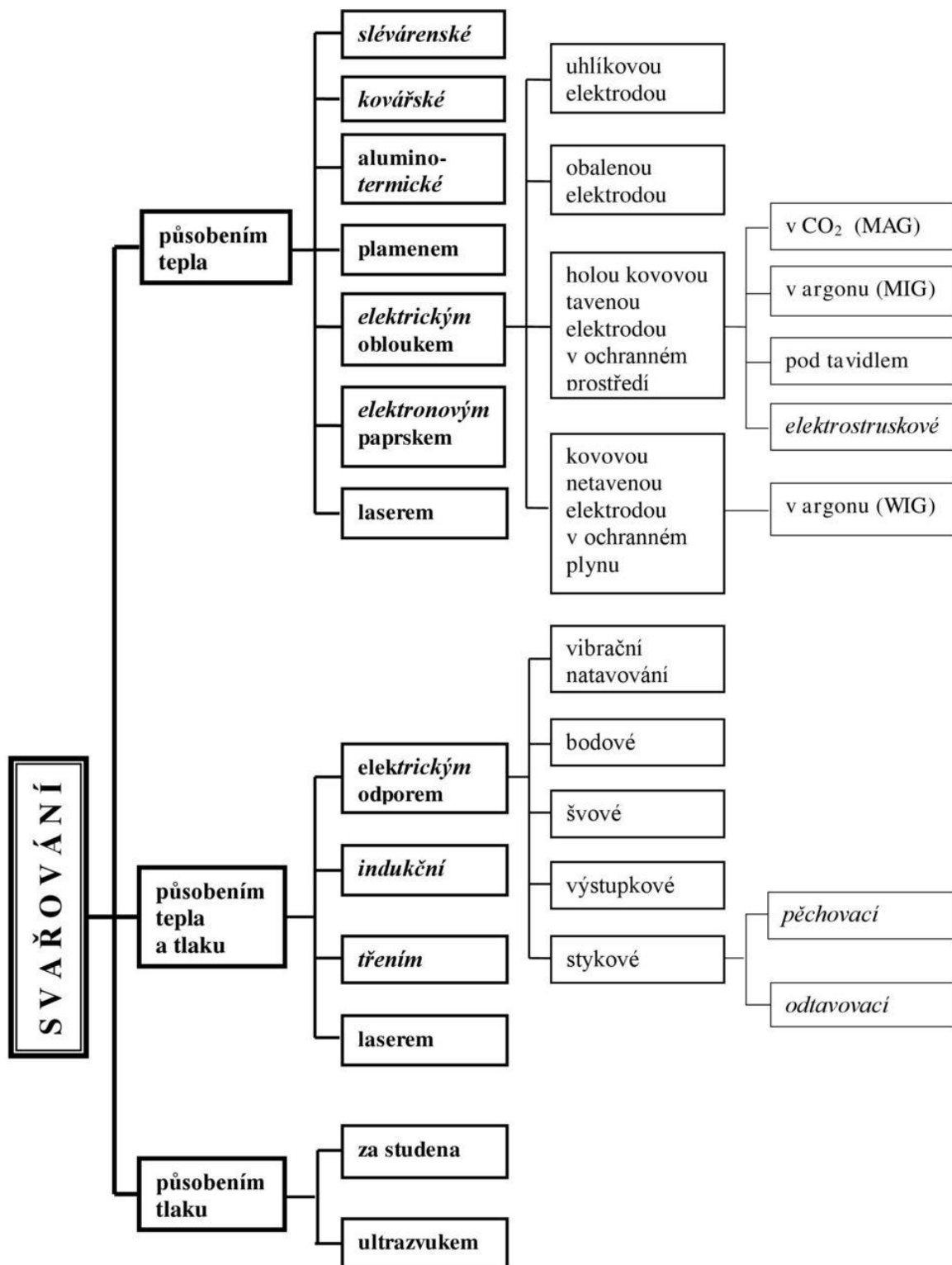
Kov odtavený z přídavného materiálu promísený se základním materiálem. (Beneš, 2013)

1.2 Základní metody svařování

Beneš (2013) uvádí, že v současnosti se využívá velmi mnoho různých technologií svařování. Svařování můžeme rozdělit na tři základní druhy:

- Působením tepla
- Působením tlaku
- Působením tepla a tlaku současně

Základní členění svařovacích metod je realizováno dle působícího procesního zatížení. V tomto ohledu jsou tedy rozeznávány metody využívající tepla (resp. tepla a tlaku) označovány jako tavné a metody využívající výhradně tlaku označovány jako tlakové. (Hodis, 2013)



Obrázek 1- druhy svařování

(zdroj: Beneš, 2013)

1.2.1 Rozdíl mezi tlakovým a tavným svařováním

Obecně rozdělujeme svařování na dvě hlavní skupiny, a to svařování tlakové a tavné. Tlakové svařování je méně časté, tudíž se s ním setkáváme méně. Tavné svařování je mnohem častější způsob svařování.

Tlakové svařování

Tlakovému svařování se v této kapitole příliš věnovat nebudu, jelikož se ve firmě tento typ svařování nepoužívá. Proto zde uvedu pouze definici a základní rozdělení tlakového svařování. Při tlakovém svařování se vzájemně přibližují svařovací povrchy, při čemž dochází difúzí částí v povrchových vrstvách styčných ploch k vytvoření spoje a tvorbě vazby mezi hraničními mřížkami. (Beneš, 2013) Hrivňák (2009) řadí mezi tlakové svařování následující metody svařování:

- odporové svařování
- svařování třením
- kovářské svařování
- difúzní svařování
- svařování výbuchem

Tavné svařování

Beneš (2013) říká, že u tavného svařování se pro spojení materiálů přidává energie – teplo a materiály se jím taví. Z různých druhů svařování pomocí tepla se v robotice nejčastěji uplatňuje svařování elektrickým obloukem (obloukové svařování), elektrickým odporem a svařování laserem. Ostatní metody se používají spíše pro ruční svařování, nebo v současné době nejsou tak rozšířené a optimalizované pro roboty. K základním metodám tavného svařování podle Hrivňáka (2009) patří svařování:

- plamenem
- elektrickým obloukem
- plazmové
- elektronovým paprskem
- laserem
- indukční

1.2.2 Svařování plamenem

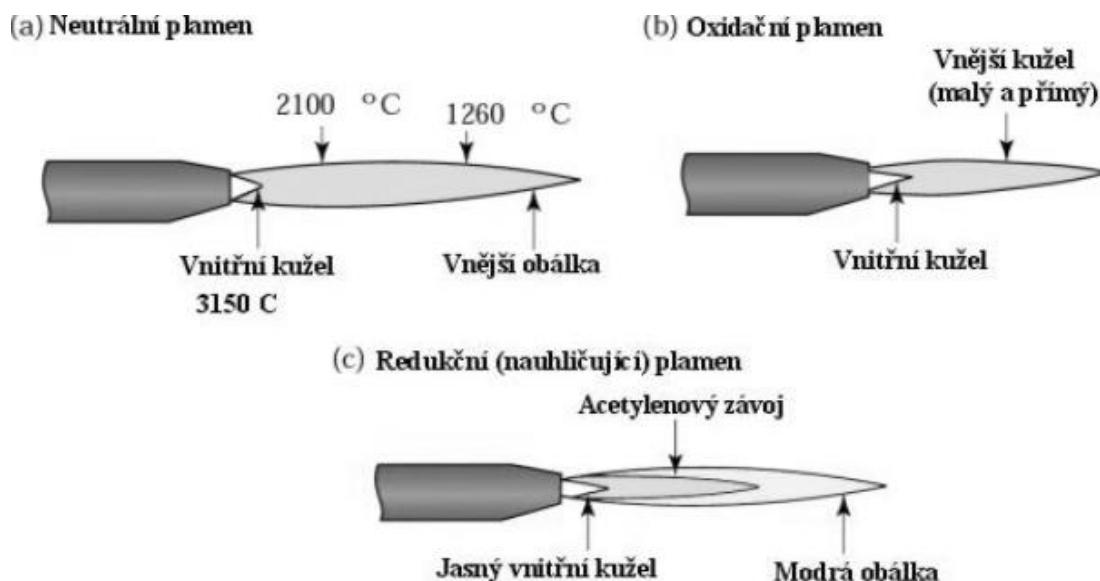
Svařování plamenem je jednou z rozšířených technologií svařování, která patří do tavného svařování. Zdrojem tepla je tedy plamen, který vznikající spalováním nějakého hořlavého plynu (např. vodík, acetylen) spolu s kyslíkem nebo vzduchem. Toto teplo dodávané plamenem do místa svařování slouží k natavení svarových ploch a k roztavení přídavného kovu, který je potřeba ke svařování. (Hodis, 2013)

Svařování plamenem využívá pro vytvoření extrémního prostředí umožňující vytvoření svaru hořící směsi plynů (plamene), kterými jsou obvykle kyslík nebo vzduch a další plyn (vodík, acetylen apod.). Tato metoda je využívána především při ručním svařování a aplikována v opravárenství a renovační činnosti. (Beneš, 2013)

Svařování kyslíko-acetylenovým plamenem je metoda patřící do svařování plamenem. Zdrojem tepla je zde technický plyn – konkrétně acetylen ve směsi s kyslíkem. U acetyleny lze snadno nastavit a regulovat volitelný redukčně-oxidační účinek onoho svařovacího plamene, což je jeho obrovská výhoda. Svařování acetylenovým plamenem má výhodu v dobrém přemostování mezer, a proto zde není nutná žádná příprava svarů (nebo jen minimální). I při svařování v obtížnějších polohách je u plamenného svařování bezproblémové nasazení. Při svařování kyslíko-acetylenovým plamenem se jako přídavný materiál ke svařování používá svařovací drát s průměrem většinou od 1,6 mm do 10 mm.

Kyslíko-acetylenový plamen se dělí podle poměru kyslíku a acetyleny:

- neutrální – poměr $O_2 : C_2H_2 = 1$ až $1,1 : 1$ – používá se pro běžné svařování ocelí
- redukční – poměr $O_2 : C_2H_2 < 1$ – používá se pro svařování hliníku, hořčíku a jejich slitin nebo pro svařování tvrdých kovů
- oxidační – poměr $O_2 : C_2H_2 = 1,2 : 1$ – používá se pro svařování mosazi a bronzů



Obrázek 2 - ruční svařovací plamen

(Zdroj: Hodis, 2013)

Ruční svařování plamenem je opravdu náročná metoda svařování vyžadující značnou zručnost svářeče, jelikož svářeč musí pracovat s hořákem v jedné ruce, při nahřívání svarové plochy základního materiálu, a druhou rukou musí přikládat svařovací drát. Při svařování plamenem se postupuje dvěma technikami, technika vpřed nebo technika vzad:

- Při svařování vpřed je svařovací drát ve sklonu přibližně 45°C a je veden před hořákem ve směru svařování. Sklon hořáku je stejný jako sklon drátu. Nevýhodou svařování vpřed je riziko rychlého chladnutí svaru, díky čemuž následně ztřešne, a proto se používá pouze u tenkých plechů anebo šedé litiny.
- Při svařování vzad se plamenem roztavuje jak základní materiál, tak i svařovací drát. Plamen má navíc jednu funkci, chrání tuhnoucí lázeň před atmosférou v okolí a tím zpomaluje chladnutí. Díky tomu lze dosáhnout lepší kvality spoje.

Svařování plamenem patří mezi často používané metody svařování, které jsou vhodné především v opravárenství a renovacích, jelikož se plamenem svařují slabé plechy do $t = 4 \text{ mm}$, ale používá se také jako jedna z technologií v řemeslech jako je instalatér, potrubář, automechanik. (Hodis, 2013)

1.2.3 Svařování elektrickým obloukem

Zdrojem tepla je elektrický oblouk, který hoří mezi elektrodou a svařovaným materiálem, případně mezi dvěma elektrodami zapojenými na vhodný elektrický zdroj. Teplem elektrického oblouku dojde k lokálnímu natavení a následnému spojení – svaření součástí. (Pires, 2006)

Svařování elektrickým obloukem je nejpoužívanější metoda tavného svařování. Tato metoda se používá ve firmě nejvíce, proto se jí budu zvlášť zabývat v samostatné kapitole.

1.3 Ostatní druhy svařování

Mezi pokročilé metody svařování patří také speciální způsoby svařování jako je plazma, laser a svazek elektronů. Tyto metody svařování dosahují protavení celé tloušťky daného materiálu, a to díky vysoké hustotě energie. Princip těchto metod je tvoření kapiláry vyplněné parami kovů, a to díky dosažení bodu varu kovu v tavné lázni. Svar se vytvoří po průchodu zdroje tepla. (Schwarz, 2008)

1.3.1 Svařování plazmou

U svařování plazmou se ionizuje plyn při průchodu elektrickým obloukem. Stupeň ionizace je přímo závislý na teplotě, při plazmovém svařování dosahuje teplota až 16 000 °C. (Kovařík a Černý, 2000)

Pro natavení vzájemně spojovaných součástí je zdrojem tepla úzký svazek vysokotlakého plazmatu, který vystupuje nadzvukovou rychlostí z trysky plazmového hořáku. Plazmový oblouk je stabilní, úzký a dlouhý (klidně až 300 mm). Svarová lázeň je velmi malá. Pro ocel se jako plazmový plyn používá čistý dusík, pro neželezné kovy argon a vodík. Plazmový hořák je chlazen kapalinou, konkrétně vodou. Svařování se pak provádí stejnosměrným i střídavým proudem a svařovat lze všechny druhy materiálů, které se jinak běžně svařují metodou WIG. Do tloušťky 12mm se však můžou svařovat pouze materiály bez úkosů a bez přídavného materiálu, při větších tloušťkách je nutné provést minimální zkosení. (Beneš, 2013)

Hrivňák (2009) konstatuje, že svařování plazmou si je velmi podobné s metodou TIG. Svařování plazmou je však rychlejší než metoda TIG a také umožňuje spolehlivější

provaření kořene svaru než metoda TIG. Plazmou se dají svařit všechny druhy ocelí, měď, hliník, titan, nikl, molybden a jejich slitiny.

1.3.2 Svařování elektronovým paprskem

Podle Lickera (2007) je princip metody založen na tom, že válcová vakuovaná nádoba tvoří vlastní zdroj elektronů a na jednom konci je opatřena přímo žhavenou emisní elektrodou nebo také nepřímou žhavenou elektrodou a na druhém konci je válcová vakuovaná nádoba vybavená oddělovacím uzávěrem. Tento uzávěr je kombinovaný s hranolem pozorovací optiky. Zdroj elektronů se nazývá elektronové dělo nebo také elektronová tryska, uvnitř je vytvořeno vakuum. Vakuum je totiž nezbytné k zajištění termoemise elektronů a také k zajištění tepelné i chemické izolace katody. Svařování elektronovým paprskem probíhá v pracovní vakuové komoře, která zajišťuje skrze programovatelné polohovadlo svařovací pohyb s několika stupni volnosti. Při svařování dopadají na povrch daného materiálu elektrony a jejich energie se mění z kinetické na tepelnou a vzniká teplo, kvůli kterému během několika mikrosekund materiál dosáhne teploty tavení (a varu). Díky tomu se vytvoří úzká kapilára. Ta je vyplněná parami kovů, které mají nízký tlak. Tato metoda je v současnosti využívána téměř ve všech strojních oborech, protože se touto metodou svařují tenké plechy (řádově v desetinách mm), různé trubkové systémy a trubkovnice u výměníků tepla, kontrolní a měřicí sondy v oblasti jaderné i klasické energetiky, tlustostěnné svařence při výrobě rotorů parních turbín. (Beneš, 2013)

1.3.3 Svařování laserem

Laserové svařování patří do metod svařování koncentrovanými zdroji energie. Laser jako zdroj tepla umožňuje soustředění velké energie optického záření do malé plochy a na povrchu materiálu lze dosáhnout teploty až 100 000 °C. Při této teplotě se každý materiál odpařuje. Snížením výkonu se laser stává použitelným pro svařování. Taví kterýkoliv materiál v tisícinách sekundy.

Svařování laserem má řadu obrovských výhod, které nemá žádná jiná technologie. Ke svařování se využívají Nd:YAG, CO₂ a diodové lasery. Svařování vyžaduje větší délku laserového pulzu a menší intenzitu záření optického svazku. Jedna z výhod svařování

laserem je ta, že se nemusí používat žádný přídavný materiál. Další výhody svařování laserem lze shrnout do pár bodů:

- rychlost svařování je vysoká
- ovlivnění místa svaru je pouze malé
- délkové deformace svařence jsou malé
- pevnost svaru je vysoká

Svařovat laserem můžeme titan, hliník, zlato i všechny materiály svařitelné metodami konvenčními. (Kořán 2013)

1.4 Svařování elektrickým obloukem

Beneš (2013) definuje: *Svařování elektrickým obloukem je nejrozšířenější metodou svařování kovů. Zdrojem tepla je elektrický oblouk – nízkonapěťový elektrický vysokotlaký výboj, který hoří v prostředí ionizovaného plynu.*

1.4.1 Elektrický oblouk

Pro technologii svařování je využíván nízkonapěťový elektrický vysokotlaký výboj hořící v ionizovaném plynu. Tento oblouk hoří výhradně při dodržení požadovaných podmínek, kterými jsou dostatečné napětí umožňující ionizaci prostředí a proud, který udržuje plazma oblouku ve vytvořeném ionizovaném stavu. (Ambrož, Kandus a Kubíček, 2001)

Jak uvádí Beneš (2013), tepelný výkon Q elektrického oblouku je množství tepla, které projde z oblouku do sváru.

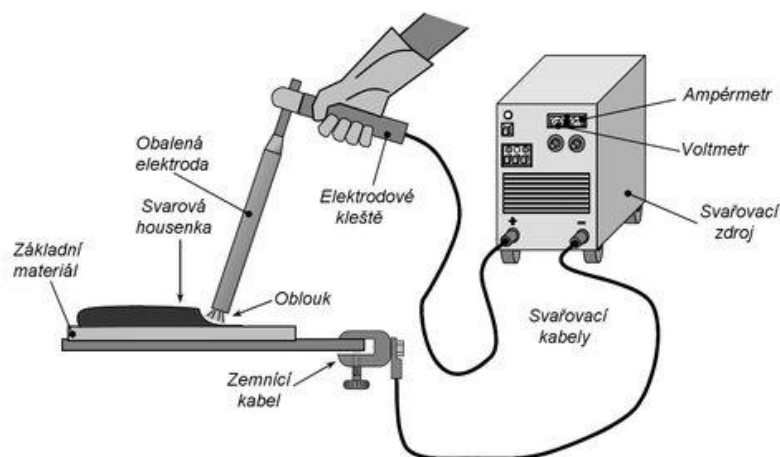
$$Q = \eta \cdot U \cdot I$$

1.4.2 Vznik elektrického oblouku

Pro svařovací oblouk má význam elektrický výboj v plynu při atmosférickém tlaku. Plynná prostředí se projevují elektrickými vlastnostmi jako izolanty, kovy jako vodiče, které dobře vedou elektrický proud.

Vodič se skládá z pevné mřížky kladných iontů kovu a k nim příslušejících volných elektronů se záporným nábojem. Elektrony se mohou stát nosiči proudu. Začnou se

pohybovat od záporného pólu, když se na kovový vodič přiloží elektrické napětí. Ionty při tom zůstávají na svém místě. Nárazy mezi ionty a elektrony při průchodu proudem vodičem vzniká teplo. (Kruml a Štefl, 1979)



Obrázek 3 - schéma procesu svařování MIG/MAG

(Zdroj: automig.cz, 2019)

Svařování elektrickým obloukem se dle stupně automatizace dělí na svařování:

- ruční
- na svařovacích automatech

1.4.3 Ruční svařování

Elektrody

Podle Beneše (2013) mezi metody ručního svařování patří svařování elektrody. Elektrody se zpravidla dělí na dva, resp. tři druhy:

- tavné elektrody – Obalené
- Netavené elektrody – Holé

Ruční obloukové svařování obalovanou elektrodou

Ruční obloukové svařování obalovanou elektrodou je metoda patřící mezi svařování elektrickým obloukem. Tato technologie je velice běžná a rozšířená.

Při svařování je elektroda mírně skloněna tak, aby roztavená struska nepředbíhala elektrický oblouk a nezpůsobovala vady svaru. Mezi koncem elektrody a svařovanou součástí hoří elektrický oblouk, který má délku přibližně rovnou průměru jádra elektrody. Při svařování je zdrojem proudu svařovací agregát, který využívá usměrňovače nebo svařovací transformátory. Používá se přitom stejnosměrný či střídavý proud.

Při ručním obloukovém svařování se používají elektrody, konkrétně obalované elektrody. Ty jsou tvořeny drátem a obalem. (Hodis, 2013)

Podle složení obalu mohou být elektrody:

- kyselé
- bazické

Obal elektrod má 3 základní funkce:

- plynotvornou – ochranná atmosféra brání přístupu dusíku a vzdušného kyslíku ke svarové lázni
- ionizační – usnadní zapalování i následného hoření elektrického oblouku
- metalurgickou – spočívající ve snížení obsahů P a S a legování Cr, Mo, Ti, Ni a roztaveného přídavného kovu (Kovařík a Černý, 2000)

Ruční obloukové svařování holou elektrodou

U tavené holé elektrody se taví pouze drát, používá se v kombinaci s ochrannou atmosférou plynu, nebo pod tavidlem. Z důvodu, že se odtavuje pouze drátek, je možné při pohybu nechat hlavici ve stále stejné vzdálenosti a do hlavičky pouze posouvat nový drát pomocí externího podavače drátu, tento princip bude dále popsán podrobněji. (Beneš, 2013)

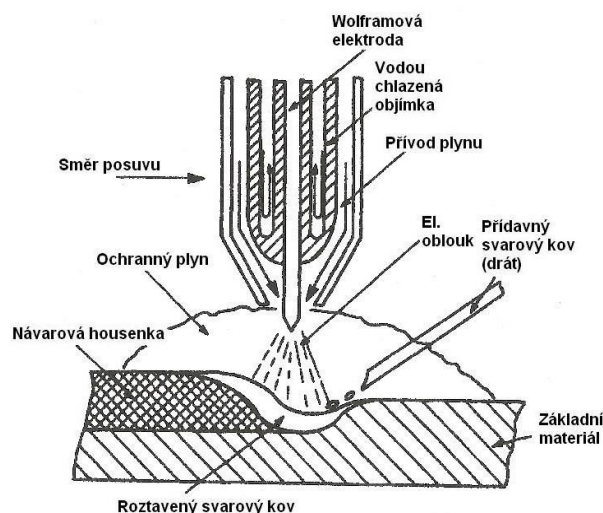
Ruční obloukové svařování netavenou elektrodou

Netavená elektroda se na rozdíl od předchozích dvou netaví a pouze zprostředkovává vznik oblouku mezi ní a svařovaným materiálem. Používají se uhlíkové nebo wolframové. (Beneš, 2013)

1.4.4 Automatizované svařování

Metoda TIG (WIG)

Svařování netavící se wolframovou elektrodou v inertním plynu je další rozšířenou metodou svařování. Využívá se při ní elektrického oblouku. Při svařování metodou TIG hoří oblouk elektrodou, která se netaví a základním materiálem. Netečný plyn zajišťuje ochranu elektrody i ochranu tavné lázně před atmosférou v okolí. Má vysokou čistotu, minimálně 99,995%. Jako ochranný plyn se může používat argon či helium nebo jejich směs. Svařuje se ručním způsobem a s přídavným materiálem – drátem, nebo pomocí automatického svařování (svařovací robot) s podavačem drátu, který má proměnnou rychlost. Přímá polarita se používá při svařování oceli, mědi, niklu, titanu a nepřímá polarita se používá pouze ve zvláštních případech svařování hliníku. (Kovařík a Černý, 2000)



Obrázek 4 - Svařování netavící se wolframovou elektrodou v inertním plynu

(Zdroj: Hodis, 2013)

Svařování TIG má uplatnění při:

- svařování vysokolegovaných ocelových konstrukcí pro chemický, farmaceutický a potravinářský průmysl anebo pro klasickou a jadernou energetiku
- svařování hořčíku, hliníku, niklu, mědi, molybdenu a jejich slitin
- svařování žárovevné a žáruvzdorné oceli používané při stavbě kotlů,

tepelných výměníků a pecí

- svařování titanové a speciální slitiny potřebné při výrobě letadel a kosmické techniky
- svařování hliníkových slitin používané u dopravní techniky i všeobecného strojírenství

TIG je rozšířený především u výrobků s vysokými požadavky kvality spojů, u operativnosti řízení procesu svařování a u vysokého stupně automatizace a robotizace. (Ambrož, Kandus a Kubíček, 2001)

Metoda MIG/MAG

Metodě MIG a MAG se budu věnovat ze všeho nejvíce, jelikož tato metoda se ve firmě používá nejčastěji.

Podle Hrivňáka (2009) je metoda MIG/MAG poloautomatický způsob obloukového svařování v atmosféře ochranného plynu. Poloautomatický, neboť přídavný materiál je přiváděn podavačem. Přídavný materiál je většinou ve formě plného drátu. Tyto svařovací dráty jsou tenké, o průměru 0,6 – 1,6 mm. Svařovací drát je při této metodě součástí svařovacího obvodu a tvoří jednu ze dvou elektrod oblouku. Druhou elektrodou je svařovaný materiál. Svářečky pro metody MIG a MAG jsou totožné. Rozdíl je pouze v použitém ochranném plynu. Poskytují stejnosměrný proud. MAG využívá aktivní ochranný plyn většinou směsí na bázi CO₂. Je vhodný pro svařování nelegovaných uhlíkových a nízkolegovaných ocelí. Ochranný plyn metody MIG je většinou argon, nebo směs Ar + He. Metodou MIG se svařuje hliník a jeho slitiny, měď a její slitiny, z nichž má velký podíl zastoupení bronz. Dále se metodou MIG svařuje také titan. (Svářečky a elektrody, ©2011)

Metoda MIG/MAG představuje dva typy metod využívajících tavné elektrody pracující buď v inertním (MIG) nebo aktivním plynu (MAG). Základními komponentami svařovacího zařízení jsou:

- zdroj svařovacího proudu opatřený řídicí jednotkou
- podavač drátové elektrody
- svařovací hořák

- kabeláž
- zásobník ochranného plynu s redukčním ventilem

Cohan (1994) říká, že MAG (Metal Active Gas) svařování je svařování tavící se elektrodou v ochranné atmosféře aktivního plynu. Elektrický oblouk hoří mezi kovovou elektrodou – holým drátem a svařovaným materiálem. Drát je neustále dopravován do hlavičky pomocí podavače drátu. Kolem drátu ve svařovací hubici proudí aktivní ochranný plyn. Používá se oxid uhličitý (CO₂) nebo kombinace CO₂, argonu a kyslíku. Metoda MAG má velmi široké využití, pomocí ní se dají svařovat nízkolegované, legované i vysokolegované oceli. (Pires, 2006)

Podle Reeda (2016) MIG (Metal Inert Gas) svařování se liší v tom, že místo aktivního plynu je použit plyn inertní – hélium, argon či jejich směs. Plyn má opět ochrannou funkci pro kvalitu sváru a stabilitu oblouku. Tímto způsobem se svařují hliníkové, titanové, měděné a další neželezné kovy. (*Robotic welding process*, 2008)



Obrázek 5 - Metoda MIG/MAG

(Zdroj: <https://www.svarovani-kolin.cz>)

Výhody svařování metodou MIG/MAG

- spousta svařovacích poloh (svařování ve všech těchto polohách)
- rychlost svařování je vysoká = vyšší produktivita
- bez výměn klasických elektrod se odstraní prostoje
- téměř žádné nároky, co se týče čištění strusky

- eliminace kouře (zplodin)
- elektrický oblouk i svarová lázeň jsou jasně viditelné
- nižší vnesené teplo do svařence při svařování ve zkratovém přenosu = menší deformace

Nevýhody svařování metodou MIG/MAG

- náročnější obsluha svařovacího zdroje
- pořizovací cena svařovacího zdroje je vyšší
- složitější údržba
- riziko odfouknutí ochranného plynu (při špatných podmínkách ventilace)
- relativně vysoká dávka vyzářeného tepla do prostoru

Oblast použití:

- uhlíkové oceli
- legované oceli
- nerezové materiály
- hliník a slitiny hliníku
- měď a její slitiny (Schinkmann, , ©2010)

1.5 Podnikové procesy

„Podnikovým procesem zpravidla rozumíme objektivně přirozenou posloupnost činností, konaných s úmyslem dosažení daného cíle v objektivitě daných podmínkách“
(Řepa, 2012)

Procesní řízení a neustálé zlepšování procesů jsou velice důležité při strategickém řízení podniku bez ohledu na to, zda se jedná o velký či malý podnik. Neustálé vylepšování stávajících procesů může vést k větší efektivitě a k větší spokojenosti zákazníků, k lepšímu produktu a ve finále také ke zlepšenému hospodaření uvnitř společnosti.
(Svozilová, 2011)

1.5.1 Proces

Proces je sled činností, nesoucí s sebou aktivitu pracovníků. Tato aktivita může být intelektuální či manuální povahy, nebo také kombinací obou. Výsledkem vykonávaných činností je výrobek sloužící k uspokojení potřeb uživatele. (Svozilová, 2011)

Proces je série logicky souvisejících činností jejichž prostřednictvím je vytvořen předem definovaný soubor výsledků. Je to sled kroků, který představuje postupně rozvíjející se proces a vytváří určitou hodnotu pro zákazníka, nebo příspěvek pro podnik, v němž se uskutečňuje. Podnikový proces chápeme jako souhrn různých činností, transformující souhrn vstupů do souhrnů výstupů pro jiné lidi nebo procesy, přičemž jsou potřeba lidi a nástroje. (Řepa, 2012)

1.5.2 Procesní řízení

Řepa (2012) definuje: *„Procesním řízením se rozumí řízení firmy takovým způsobem, v němž business (podnikové) procesy hrají klíčovou roli.“*

S procesy je neoddělitelně spjato také procesní řízení. Všechny aktivity, které se týkají procesu (z pohledu definice samotných procesů), stanovení rolí a odpovědnosti za výsledky v rámci procesu, korigování a směřování procesních toků, hodnocení výkonnosti a efektivnosti procesu, zkoumání možností pro zlepšení celého procesu, to vše je procesní řízení. Kromě managementu podniku můžou být procesy řízeny pomocí

různých technologií monitorující procesy a hodnotící jejich výsledky. Automatizace dílčích činností procesu se vyskytuje zejména při sériové výrobě. (Svozilová, 2011)

1.5.3 Zlepšení procesu

Prvním krokem ke zlepšení procesu je pochopení toho stávajícího, následuje stanovení metrik, díky kterým můžeme provést zlepšení procesu. Pokud proces pozorujeme, můžeme pak identifikovat příležitosti pro zlepšení. Nakonec je nutno navrhnout konkrétní kroky vedoucí ke zlepšení procesu. (Svozilová, 2011)

1.5.4 Výrobní procesy v podnikání

Výrobní proces si můžeme představit jako ekonomickou funkci, nabývající hodnoty na segmentech trhů a na trzích. Jde vlastně o transformaci vstupů na výstupy a je nutné, aby zde byla vytvořená přidaná hodnota pro zákazníka. (Jurová, 2016)

1.5.5 Úspornější výrobní proces v podniku

Důležitou součástí je systém zlepšovacích výrobních procesů, konkrétně jde o to, aby byl proces úspornější či flexibilnější. Tento systém pomáhá zlepšovat podnikové standardy. Při používání systému je důležité, abychom se zaměřili na samotný proces, a ne pouze na výsledky, protože samotný proces je velmi důležitý. Orientací na proces můžeme vytvořit dlouhodobou strategii. Důležité je mezi těmito přístupy najít rovnováhu. Dobrý manažer nejen že sleduje výsledky, ale i nahlíží do samotného procesu. (Imai, 2007)

1.6 Robotizace

Robotizace je s úspěchem využívána ve většině odvětvích. Robotické svařování je proces modernizace svařovacích pracovišť, při nichž jsou manuální technologie nahrazeny automatizovanými. Svářecí roboty se vyznačují především vysokou přesností, lehkou manipulací s dílci velkých rozměrů, a také zvyšuje celkovou efektivitu výroby. (Jurová, 2016)

1.6.1 Přínosy robotizace

Rozhodování o využití automatického procesu zůstává hlavně otázkou ekonomických důvodů a otázkou délky a rychlosti návratnosti investice. Jurová (2016) definuje přínosy robotizace následujícím způsobem:

- výkon, rychlost a přesnost
- nahrazení manuálního procesu automatizovaným
- vyšší efektivita a produktivita procesu
- plynulý výrobní proces
- snížení zmetkovitosti
- zvýšení celkové kvality
- zvýšení jakosti výroby
- eliminace rizik díky bezpečnosti náročných technologických procesů

1.6.2 Ekonomické důvody robotického svařování

Hlavními ekonomickými výhodami robotického svařování jsou rychlost a přesnost. Díky přesnosti se výrazně sníží zmetkovitost a odstraní se chyby manuálního provádění určitých úkonů. Nejdůležitějším krokem je ale výběr vhodného robota pro automatizaci procesu svařování. (Liker, 2007)

1.6.3 Sestava svařovacího pracoviště

Němejc (1991) uvádí: Do sestavy technologií robotických pracovišť pro svařování se nezahrnuje pouze hlavní technologie určená ke svařování. Sestavu tvoří také sekundární technologické prvky a komponenty. Skařupa (2008) říká, že všechny komponenty pocházejí od jednoho výrobce a jsou navrženy jako jeden kompletní systém s dokonalou integrací:

- řídicí jednotka – svařovací robot
- rameno robota
- svařovací zdroj
- podavač drátu
- polohovadla

1.6.4 Svařovací robot

Svařovací roboti jsou plně automatizovaná průmyslová zařízení, která se naprogramují a posléze zahájí automatizovaný výrobní proces. Roboti většinou potřebují pro svoji činnost obsluhu, a to při zakládání materiálu či programování. Obrovská výhoda robotů je ta, že jsou uzpůsobeny pro nepřetržitý provoz. Aby se zajistil pohyb svařence, jsou k dispozici polohovadla k polohování svařence. Svařovací robot má hlavu, a ta má více stupňů volnosti (polohovatelných os), což zajišťuje získání ideálnější polohy v procesu svařování. Svařovací roboti jsou primárně určeni pro velkosériovou výrobu, vyrábí totiž ve velkých dávkách a větší rychlostí. (Schwarz, 2008)

1.6.5 Rameno robota

Rameno robota je část svařovacího robota, která je trvale umístěna na pojezdu rámu nebo je spojeno s konstrukcí tuhého rámu. Rameno zaručuje rychlé fyzické přesouvání, pomocí tlačítka na zápěstí robota dokážete přesunout rameno do požadované polohy. (Cohan, 1994)

1.6.6 Svařovací zdroj a podavač drátu

Díky vysoké rychlosti komunikace řídicí frekvenci svařovacího zdroje je svařovací proces řízen ultra rychlým způsobem, což umožňuje jeho podstatně lepší kontrolu.

Všechny robotické systémy mají možnost svařovat drátem z cívky nebo sudu. Komponenty řešení umožní optimalizovat podávání svařovacího drátu. Celá řada komponentů, jako jsou konektory, jsou speciálně navrženy pro automatické svařovací zařízení a výsledkem je velmi profesionální systém podávání drátu. Kvalitní podávání je zásadní podmínkou kvalitního výsledku svařování. (Reed, 2016)

1.6.7 Polohovadla

Polohovadla patří mezi sekundární technologická zařízení a umožňující polohovat určitý svařenec do pozice, která je programovatelná, a umožňuje vytvoření sváru. Polohovadla se můžou rozlišovat na dvě skupiny, které se liší především s ohledem na jejich funkce a postavení vůči svařovacímu robotovi. Díky tomu rozlišujeme polohovadla s jedním stanovištěm a polohovadla se dvěma stanovišti. Mezi polohovadla s jedním stanovištěm patří polohovadla jednoosá, dvouosá a tříosá. Mezi polohovadla se dvěma stanovišti patří také polohovadla jednoosá a dvouosá, nicméně rozdíl je v tom, že tato polohovadla mají efektivnější pracovní proces, protože umožňují současně provádět upínání a zároveň snímání obrobků. (Pires, 2006)

1.7 Metoda váhového hodnocení nabídek

Metoda váhového hodnocení nabídek podle pořadí je metoda velice přesná a sofistikovaná. Díky její přesnosti je tato metoda velice objektivní. Metoda váhového hodnocení nabídek podle pořadí má u každého kritéria přiřazenou i váhu tohoto kritéria v %. Součet všech vah kritérií se musí rovnat 100 %. Při hodnocení jednotlivých kritérií jsou přidělené body subjektů vynásobeny procentuální váhou daného kritéria a pak se následně sečtou body těchto kritérií a subjekt, který má nejméně bodů, je pak nejvhodnější k výběru. (Scholleová, 2009)

2. Analýza problému a současné situace

Následující kapitola je zaměřena na charakteristiku zvoleného podniku a na popis aktuálního stavu daného podniku. Tato část tedy zahrnuje představení společnosti, dále popisuje organizační strukturu společnosti a zabývá se předmětem podnikání. Hlavní součástí této kapitoly je však popis řešeného problému – jeho analýza a následné návrhy na výběr správného svařovacího robota a na jeho využití v podniku.

2.1 Představení podniku

Společnost KOVOT INVEST s.r.o. byla založena v roce 2000, je ryze českou firmou a zabývá se strojírenskou výrobou. Sídlí na střední Moravě, ve vesnici Služín, a tvoří ji 45 zaměstnanců.

Hlavní činností společnosti je zakázková výroba výtahových dveří a sériová výroba kovových a plastových komponentů pro zemědělskou techniku. Od roku 2008 je společnost držitelem certifikátu normy ISO 9001.

Od roku 2006 má společnost k dispozici vlastní práškovou lakovnu. Pro rychlejší a přesnější zpracování plechů disponuje společnost od roku 2009 vysekávacím lisem TruPunch 1000 a od roku 2014 2D laserovým řezacím strojem TruLaser 3030 fiber.

Snadné a přesné ohraňování dílů umožňují dva ohraňovací lisy, konkrétně lisy TruBend 5085 a TruBend 7036. V roce 2012 do vybavení firmy přibyla CNC ohýbačka trubek BLM Elect 40.

Nedílnou součástí výrobních prostor je zámečnická dílna, ve které se provádí dělení materiálu na pásových pilách, svařování v ochranné atmosféře Stargon, broušení, montáž a kompletace výrobků.

Zaměřuje se i na obrábění, disponuje třemi CNC obráběcími centry. Společnost vlastní vozový park, což umožňuje expedičnímu oddělení plánování a organizování dodávky daných výrobků, až k zákazníkovi.

Cílem společnosti je poskytovat služby, které budou trvale uspokojovat požadavky zákazníků v celém spektru působnosti. Proto firma usiluje o to, aby veškeré realizované činnosti splňovaly představy a požadavky zákazníků, a to i těch potenciálních. Představy

zákazníků o těchto činnostech by se měly odrazit nejen v cenách, ale i v jejich kvalitě a termínech provádění. Od založení společnosti se firmě podařilo prosadit v náročné konkurenci a získat si dobré jméno i mimo Českou republiku. (Kovot, ©2019)

2.3 Předmět podnikání podniku

Hlavní činností firmy jsou práce v oblasti kovovýroby – výroba výtahových dveří jednokřídlých v provedení standard, dveře portálové a celoprosklené.

Podnik vyrábí rovněž formy, přípravky, ocelové konstrukce, bezpečnostní stojany pro kola, zemědělskou techniku a další výrobky. Na celý výrobní program zpracovává firma výrobní dokumentaci ve vlastní konstrukční kanceláři.

2.3.1 Výroba výtahových dveří typu VDJ včetně příslušenství

Firma vyrábí výtahové dveře dle požadavků zákazníka. Nejčastěji vyráběné a dodávané dveře jsou o světlosti 650 až 900 mm. Dveře mohou být vyrobené s okénkem v ose i mimo osu. Všechny dveře jsou kompletně osazeny sklem, koncovým spínačem, uzávěrkou (zcela nový typ vyráběný přesným litím), dovíračem, madlem (černé nebo nerezové) a spojovacím materiálem. Šířka zárubní od 95 mm do 150 mm. V zárubních dle konkrétních požadavků zákazníka se připravují montážní otvory a otvory pro průchod elektroinstalace. Povrchová úprava – na výběr z více než 100 odstínů. Možná je i dodávka dveří se zvýšenou požární odolností. Každé dveře jsou zabaleny samostatně ve folii, celá zakázka je uložena na paletě, s přesným označením zakázky, s návodem na montáž a potvrzením o 100% kompletnosti zakázky.

2.3.2 Výroba celoprosklených výtahových dveří

Podnik dodává rovněž celoprosklené dveře osazené kaleným sklem GUARDIAN – tyto dveře tvoří asi 10 % dodávek. Vybavené jsou jako dveře VDJ. Sklo může být čiré, matové, mléčné apod. Firma je držitelem certifikátu typu evidenčního čísla 10.589.462, pro naše výtahové dveře modifikace KOVOT 21. Uvedený typ splňuje požadavky následujících předpisů a normativních dokumentů ČSN EN 81-20:2015, ČSN EN 81-50:2015, ČSN EN 81-21+A1:2013.

2.3.3 Výroba portálových stěn výtahů

Organizace vyrábí a dodává portálové stěny pro lepší estetický vzhled provedené modernizace. U tohoto provedení je šířka zárubní 150 až 300mm, výška včetně nadsvětlíku až 3000mm. Právě zhotovení zárubně pro celou šířku z jednoho kusu přináší velkou tuhost rámu, a proto celá portálová stěna působí velice kompaktně a nedochází při provozu k deformacím v oblasti pantů, jako je tomu někdy u konstrukcí řešených z více kusů. Tento sortiment tvoří v posledních letech téměř 50% produkce. U portálových stěn dodáváme standardně tzv. ukončovací lišty pro velice jednoduché a estetické zakončení nadsvětlíků u stropu jednotlivých pater. Tato lišta je samozřejmě již v ceně dodávky. U tohoto typu dveří často provádíme dodávky ve dvoubarevném provedení.

2.3.4 Výtahové kabiny

Podnik se zabývá výrobou výtahových kabin jak pro automatické dveře, tak i pro dveře typu VDJ. Kabiny jsou vyrobeny z ocelových plechových panelů, které jsou demontovatelné. Panely jsou lakovány práškovými barvami. Dle přání zákazníka lze do kabiny zakomponovat nerezové komponenty, madla a sklo. Kabina se dodává včetně rámu a dalších dílů potřebných k její montáži.

2.3.5 Plastové výlisky

Na základě požadavků zákazníka firma konstrukčně navrhne a následně vyrobí formy na vstřikování plastů. Dále se pak tyto formy používají k výrobě zadaných plastových dílů. Výlisky se dokážou nechat vyrobít téměř ze všech typů termoplastu, které jsou v dnešním průmyslu používány. Vyrábí se jak pohledové, tak i technické dílce.

2.3.6 Komponenty pro zemědělské stroje

Firma vyrábí komponenty pro zemědělské stroje, zabývá se výrobou kovových dílů i lisováním plastových dílů pro zemědělskou techniku. Portfolio výrobků zahrnuje úchyťová madla, držáky, závěsy, různé měrky, páky, mřížky, blatníky, a spousty dalších. Veškeré kovové komponenty lakuje práškovou barvou. Na komponenty, které jsou vystavovány agresivnímu prostředí, se nanáší i jiné ochranné vrstvy (zinek).

2.3.7 Stavební zámečnické produkty

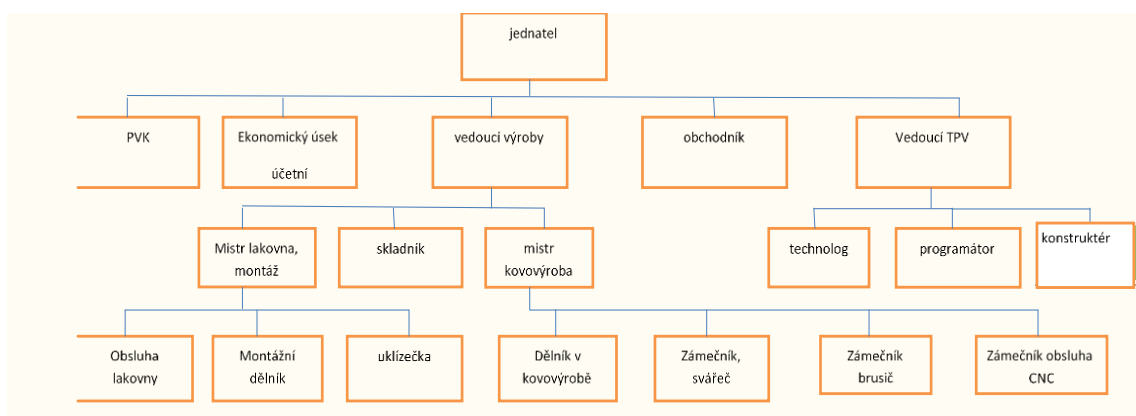
Podnik se zabývá výrobou ocelových nosných konstrukcí pro rodinné domy i průmyslové haly. Vyrábí ocelové komponenty pro spojování dřevěných nosných konstrukcí všech budov. Veškeré komponenty lakuje práškovou barvou v barevných variantách RAL. Zabývá se výrobou telefonních rozhlasových vysílačů, vyrábí ocelová vrata a brány k obytným i průmyslovým budovám i areálům. (Kovot, ©2019)

2.4 Sortiment služeb

Firma disponuje rozsáhlým strojním zázemím, a proto je schopna poskytnout jakoukoliv z vypsanych služeb – kvalitně a v co nejkratším termínu.

- Laserové řezání
- Vysekávání
- Ohraňování plechů
- Ohýbání trubek
- Dělení materiálu
- CNC obrábění
- Svařování
- Zámečnické práce
- Povrchová úprava

2.5 Organizační struktura podniku



Obrázek 6 . organizační struktura podniku

(Zdroj: interní zdroj podniku)

2.6 Popis pracoviště pro svařování

Firma zajišťuje svařování různých dílců dle specifických požadavků zákazníků. Svařují se ocelové materiály.

2.6.1 Metody svařování:

- MIG/MAG
- TIG
- Bodováním

Svařované komponenty jsou svařovány kvalifikovanými svářeči především metodou MIG/MAG na čtyřech svářecích pracovištích, a to pouze ručně. Svářeči si jednotlivé díly upínají do svářecích přípravků. Řídí se pokyny z výrobních příkazů, ve kterých je detailně popsáno, co je třeba v operaci svařování provést. Pracovníci si zapůjčí svařovací přípravek a následně dostanou díly, které mají svařovat. Dále zakládají díly do svařovacích přípravků, svaří je podle zadaných parametrů a po svaření je vyjmou. Potom svařence očistí od ulpěných kuliček a uloží je do připravených beden. Svařují se jednodušší výrobky, polotovary pro složitější sestavy a také komplikovanější konstrukce.

Ve firmě se vyrábí cca 80 různých svařovaných výrobků a cca 140 různých svařovaných polotovarů. Svařovna má cca 120 metrů čtverečných a není přizpůsobena pro svařování příliš těžkých konstrukcí, protože ve svařovací hale není k dispozici jeřáb.

V podniku jsou dvě svářečky se svařovacím proudem do 400 A a dvě svářečky s proudem do 250 A. Svařuje se ocelový materiál o tloušťce 0,8–30 mm. U jednotlivých svařovacích pracovišť je k dispozici vždy zařízení pro odsávání zplodin vzniklých svařováním.

2.7 Svařované díly

V podniku se svařuje spousta druhů výrobků, ale jen některé jsou vhodné ke svařování svařovacím robotem. Tyto výrobky byly určeny ke svařování robotem po konzultaci s jednatelem firmy a s prodejcem robotů. Jedná se konkrétně o tyto díly:

- Rám
- Stojan

- Rámeček
- Závěr zárubně
- Pouzdro dveří
- Stolek 600
- Trubka nosná
- Držák motoru
- Ovládací páka
- Levé madlo
- Pravé madlo
- Levý držák
- Pravý držák
- Přední páka
- Podnož
- Držák
- Konzola
- Dlouhá páka
- Třmen
- Konzola
- Kulisa
- Levý držák 2
- Pravý držák 2

Výkresy některých svařenců, které se dají svařovat svařovacím robotem, jsou v kapitole přílohy.

2.8 Porovnání nabídek svařovacích robotů

V následující části se zabývám porovnáním dvou nabídek svařovacích robotů, které jsem obdržela od dodavatelů, s kterými jsem konzultovala zavedení robota. Vyhodnocení proběhlo na základě vybrané metody. Konkrétně jsem se rozhodla pro hodnocení dodavatelů pomocí váhového hodnocení podle pořadí. Byly vybrána jednotlivá kritéria, k nimž byly přiřazeny body, které nakonec vedly ke zvolení vhodnějšího svařovacího robota.

Následující tabulka ukazuje vyhodnocení dvou obdržených nabídek od dodavatelů svařovací techniky pomocí váhového hodnocení nabídek. Jednotlivá kritéria i jejich váhy (v %) byly přiřazeny s ohledem na důležitost jednotlivých kritérií pro firmu. Kritéria tedy byla vybrána na základě konzultace s jednatelem. Tuto analýzu jsem si vybrala, protože je velice přesná a sofistikovaná, vyhodnocení nabídek je tedy co vůbec nejpřesnější.

kritérium	váha kritéria (%)	dodavatel X	dodavatel Y
cena (Kč)	30%	0,60	0,30
počet pracovníků	10%	0,10	0,20
náklady na servis (Kč)	5%	0,10	0,05
vyhledávání svaru	7%	0,07	0,14
časová náročnost na změnu technologie svařování (min)	3%	0,06	0,03
přesnost opakovatelnosti rozměrů (mm)	2%	0,02	0,04
záruka (měsíc)	10%	0,10	0,20
provozní schopnost za den (hod)	3%	0,03	0,09
požadavky na obsluhu	5%	0,05	0,10
prostorové nároky	5%	0,10	0,05
splnění podmínek	15%	0,15	0,30
certifikát	5%	0,05	0,10
součet (%)	100%	1,43	1,60
dodavatel		vhodný	méně vhodný

Tabulka 1 - porovnání nabídek svařovacích robotů

2.9 Vyhodnocení nabídek

V následující tabulce byly pro větší přehlednost zrekapitulované výsledky. V tabulce lze vidět, že dodavatel svařovacích robotů X je vhodnější než nabídka od dodavatele Y. Výsledek lze brát jako objektivní.

metoda hodnocení	počet získaných bodů dodavatelem X	počet získaných bodů dodavatelem Y
váhové hodnocení	1,43	1,60
dodavatel	vhodný	méně vhodný

Tabulka 2 - vyhodnocení nabídek

2.10 Důvody výběru vhodné nabídky

Při výběru vhodného svařovacího robota a svařovacího pracoviště bylo potřeba upřesnit kritéria pro vhodný výběr. Tyto kritéria jsou uvedeny v tabulce porovnávání nabídek. Pro výběr vhodného svařovacího robota nás vedou ekonomické, technické a ostatní důvody.

Mezi ekonomické důvody pro zvážení pořízení robota patří bezesporu cena svařovacího robota a svařovací buňky. Dále je velice důležité, kolik pracovníků musí robota obsluhovat, a v neposlední řadě, také jaké výše budou dosahovat náklady na servis robota a pracoviště.

Do technických důvodů můžeme zařadit přesnost robota, funkci k vyhledávání svaru a časovou náročnost na změnu technologie svařování. Pokud chceme kvalitního svařovacího robota, technické důvody jsou pro nás velice důležité.

Mezi ostatní důvody, které by měl svařovací robot mít, patří doba záruky, dále pak kolik hodin denně je schopen robot pracovat. Důležitá je taky kvalifikace obsluhy robota, nároky na prostor pro robota či certifikát, díky jemuž lze bezpečně provozovat svařovací buňku.

Díky definovaným kritériím nám analýza ukázala více vhodnou nabídku X než nabídku Y. To ale neznamená že by nabídka Y byla nevhodná. Nabídka Y je vhodná spíše pro jednodušší díly. Hlavním problémem u nabízeného robota Y byl ten, že dodavateli chyběla certifikace pro bezpečné svařování na svařovacím pracovišti. Pokud by firma chtěla certifikaci získat, musela by si ji dodělat na vlastní náklady. Dalšími důvody pro odmítnutí nabídky Y bylo chybějící vyhledávání svaru či špatné rozměry pracoviště. Nabídka Y také neobsahovala polohovadla, která jsou u robota důležitá.

Jako vhodná nabídka se ukázala nabídka X. Nabídnuté robotické svařovací pracoviště splňuje všechny podmínky, které si firma určila. Hlavní důvody přijetí této nabídky a všechny informace o nabízeném robotu X jsou uvedeny v kapitole specifikace vybrané nabídky. Informace použité v této kapitole byly čerpány z obdržené interní nabídky od dodavatele svařovací techniky Valkwelding. Základní informace o vybraném robotu jsou uvedeny v následující tabulce:

Model		TM-1400WG
Typ		Standardní rameno
Struktura		šestiosý kloubový
Užitečné zatížení		6 kg
Maximální dosah		143,7 cm
Minimální dosah		40,4 cm
Pracovní rozsah		103,3 cm
Opakovatelnost polohy		± 0,008 cm
Motory	Celkový výkon	3400 W
	Brzdy	Všechny osy
Montáž		Podlaha / strop
Hmotnost		170 kg

Tabulka 3 - základní informace o vybraném robotu

(Zdroj: <https://www.valkwelding.com/cz/>)

2.11 Analýza výrobků a výpočet finanční úspory

Informace o výrobcích, které jsou potřeba pro výpočet finanční úspory, byly konzultovány s vedením podniku. Mezi základní informace o svařencích patří:

- počet vyrobených kusů za rok
- velikost výrobní dávky
- normovaný čas svařování svářeče a robota
- náklady při ručním svařování

Po konzultaci s vedením podniku bylo vybráno 23 svařenců, u kterých by jejich sériovost byla vhodná pro využití svařovacího robota. Výkresy některých svařenců jsou v příloze.

Na základě poptávky na svařovacího robota jsem získala dvě nabídky od dodavatelských firem specializující se na prodej svařovacích robotů. Tyto nabídky jsou zpracovány po konzultaci s typem výroby v podniku.

Pro zjištění úspory použitím svařovacího robota vycházím z předpokladu, že svařenec bude zhotoven za poloviční dobu oproti ručnímu svařování. Tato informace byla sdělena od dodavatele robotů. V následující tabulce jsou vybrané svařence vhodné pro svařování robotem.

název svařence	registrační číslo	počet ks/rok	výrobní dávky	normovaný čas svařování		úspora (min/rok)	náklady při ručním svařování (Kč/min) bez svařovacího materiálu	finanční úspora (Kč/rok)
				svářeč	robot			
rám	001	1200	300	6	3	3600	5,5	19800
stojan	002	1000	250	6,2	3,1	3100	5,5	17050
rámeček	3-086-42-C	3500	500	6,3	3,15	11025	5,5	60637,5
závěs zárubně	4-086-595	4000	500	2,05	1,025	4100	5,5	22550
pouzdro dveří	4-086-594	4000	500	1	0,5	2000	5,5	11000
stolek 600	003	400	100	12	6	2400	5,5	13200
trubka nosná	004	400	100	9	4,5	1800	5,5	99000
držák motoru	005	800	400	1,9	0,95	760	5,5	4180
ovládací páka	006	1200	600	2,2	1,1	1320	5,5	7260
levé madlo	007	4000	800	2,25	1,125	4500	5,5	24750
pravé madlo	008	4000	800	2,25	1,125	4500	5,5	24750
levý držák	009	3000	600	4,5	2,25	6750	5,5	37125
pravý držák	010	3000	600	4,5	2,25	6750	5,5	37125
přední páka	011	1500	500	1,2	0,6	900	5,5	4950
podnož	012	600	200	22	11	6600	5,5	36300
držák	013	400	200	4,5	2,25	900	5,5	4950
konzola	014	600	300	4	2	1200	5,5	6600
dílná páka	015	1000	250	4	2	2000	5,5	11000
třímen	016	1000	500	1,8	0,9	900	5,5	4950
konzola	017	800	400	6,5	3,25	2600	5,5	14300
kulisa	018	600	300	4,5	2,25	1350	5,5	7425
levý držák 2	019	600	300	4,8	2,4	4680	5,5	25740
pravý držák 2	020	600	300	4,8	2,4	4680	5,5	25740
				Σ		78415	Σ	520 382,50 Kč

Tabulka 4 - finanční úspora při využití svařovacího robota

Z tabulky vyplívá předpokládaná finanční úspora pro dané výrobky za rok. Nutno však dodat, že je třeba vylepšit svařovací přípravky pro svařování robotem. Odhadovaná částka pro jeden svařenec je 5000 Kč. Cena naprogramování robota pro každý svařenec se v průměru odhadla na cca 500 Kč. Tento program se uloží do paměti a nemusí se tím pádem při nové sérii výroby znovu vytvářet.

V prvním roce bude předpokládaná finanční návratnost mnohem menší než v následujících letech, jelikož je potřeba naprogramovat svařovacího robota a zhotovit svařovací přípravky.

3. Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení

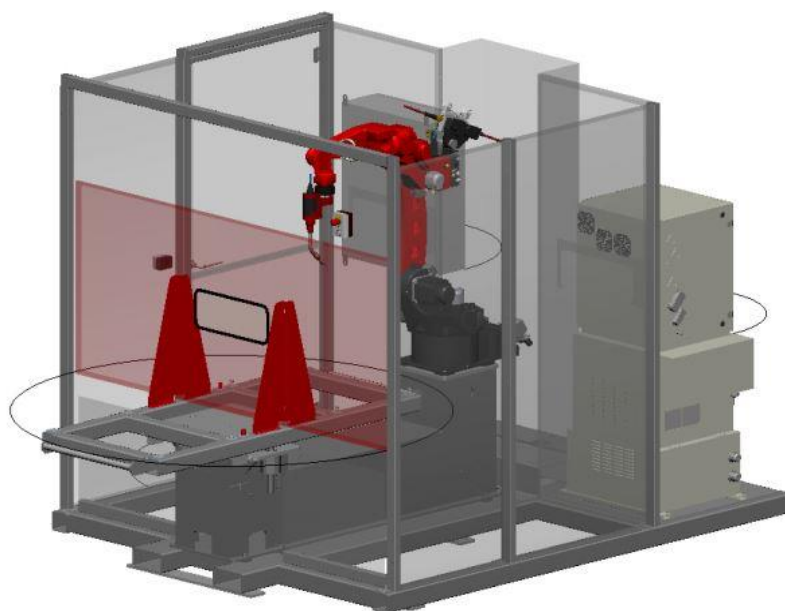
3.1 Specifikace vybrané nabídky

3.1.1 Svařovací buňka ITM TM1400WG3

Tato svařovací buňka je navržena pro svařování jednoduchých tenkostěnných svařenců. Jedná se o základní provedení bez opcí jako rovnací přípravek hořáku, kalibrační systém stolu, vodní chlazení hořáku, dotykové vyhledávání a další opce. Buňka obsahuje:

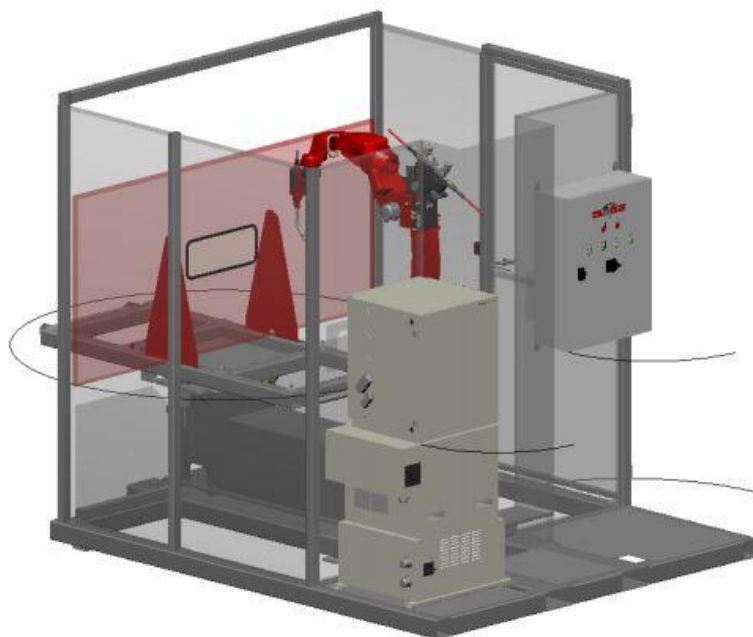
- Robot TM1400WG s integrovaným svařovacím zdrojem TAWERS WG 350
- Plynem chlazený svařovací hořák VWPR400 s vnitřním vedením kabelového svazku.
- Otočným stůl s ručním otáčením.
- Základní rám pro umístění všech prvků
- Bezpečnostní oplocení a servisní dveře
- Kompletní bezpečnostní prvky

Grafické znázornění pracoviště



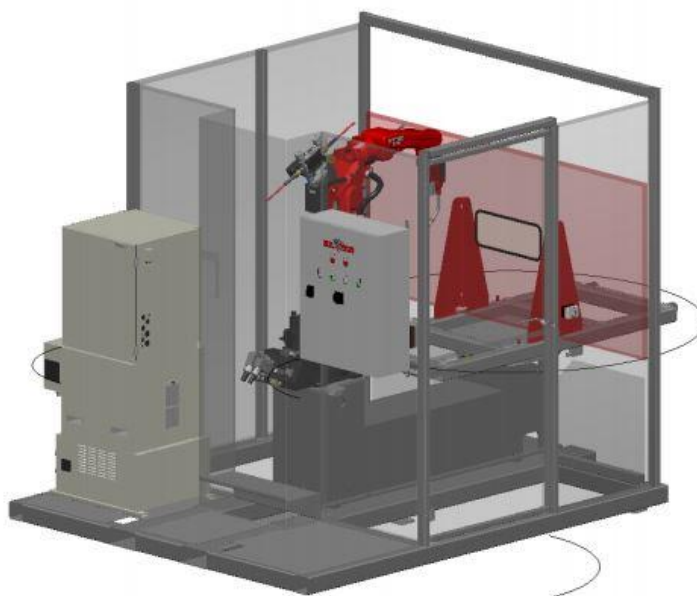
Obrázek 7 - grafické znázornění svařovací buňky

(Zdroj: interní dokumentace dodavatele Valkwelding)



Obrázek 8 - grafické znázornění svařovací buňky

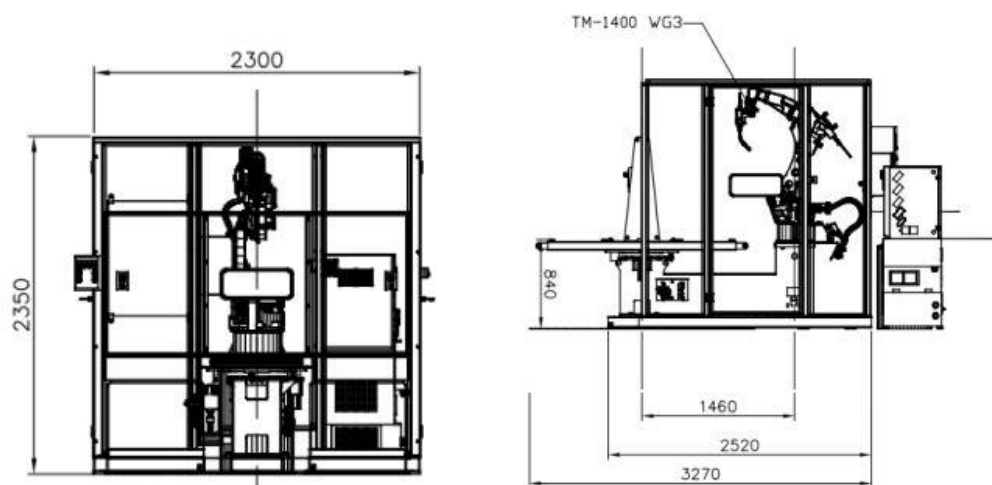
(Zdroj: interní dokumentace dodavatele Valkwelding)



Obrázek 9 - grafické znázornění svařovací buňky

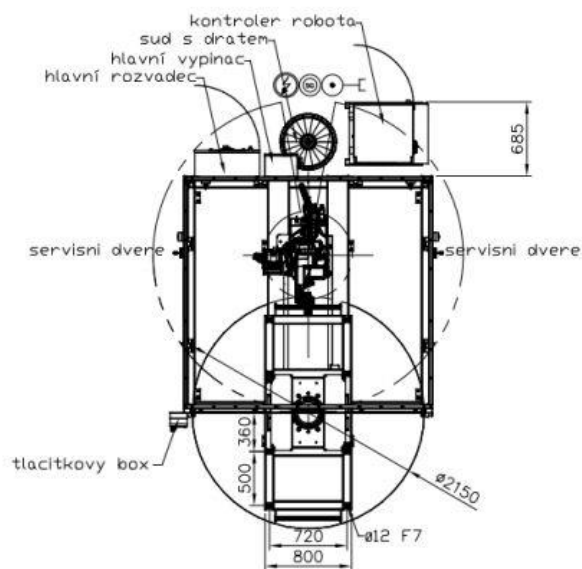
(Zdroj: interní dokumentace dodavatele Valkwelding)

Rozměry pracoviště



Obrázek 10 - rozměry svařovací buňky

(Zdroj: interní dokumentace dodavatele Valkwelding)



Obrázek 11 - rozměry svařovací buňky

(Zdroj: interní dokumentace dodavatele Valkwelding)

Fotky ITM buňky



Obrázek 12 - fotka svařovací buňky
(Zdroj: interní dokumentace dodavatele Valkwelding)



Obrázek 13 - fotka svařovací buňky
(Zdroj: interní dokumentace dodavatele Valkwelding)

3.1.2 Technický popis – robotická technika

Panasonic Tawers WG/WGH series (G3)

Firma Panasonic vyvíjí roboty výhradně pro aplikace obloukového svařování. Všechny komponenty pocházejí od jednoho výrobce a jsou navrženy jako jeden kompletní systém s dokonalou integrací:

- Rameno robota
- Řídící jednotka robota
- Svařovací zdroj
- Podavač drátu
- Polohovadla
- Off-line programovací software pro PC



Panasonic manipulátory

Průmyslové roboty typu TS, TM, TL, LA a HH představují zásadně inovovanou koncepci svařovacích robotů:

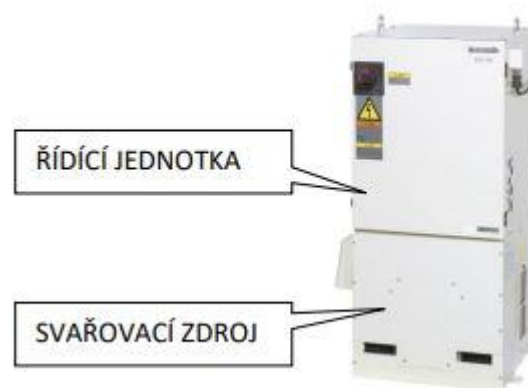
- Široké spektrum svařovacích robotů s dosahem od 841 do 3.281mm
- Nosnost 4 až 26 kg podle typu ramene
- Tuhá a štíhlá konstrukce ramene manipulátoru – optimalizovaný, kompaktní design pro obloukové svařování
- Vedení kabeláže po rameni robota nebo dutou osou (TM)
- Vedení svařovacího drátu patou robota (mimo HH) – zlepšení podávání drátu bez rizika zachycení bowdenu.
- Vysoká rychlost pohybu (180m/min), vysoké zrychlení
- Vysoká přesnost dráhy pohybu robota
- Velký rozsah pohyblivosti jednotlivých os robota
- Možnost pracovat v poloze hlavou dolů (mimo HH)
- Systém pro kalibrace ramene manipulátoru
- Tlačítka pro uvolnění os ramene po kolizi
- Vysoce citlivá detekce kolize (Kovot invest interní nabídka, 2021)

Obrázek 14 - navržený svařovací robot

(Zdroj: interní dokumentace Valkwelding)

Řídicí systém typu WG/WGH

Unikátní řešení řídicí jednotky robota, které bylo konstruováno pro obloukové svařování. Řízení pohybu robota a svařovacího procesu prováděno jednou řídicí jednotkou. Díky vysoké rychlosti komunikace a 100kHz řídicí frekvenci svařovacího zdroje je svařovací proces řízen ultra rychlým způsobem, což umožňuje jeho podstatně lepší kontrolu.



Obrázek 15 - řídicí systém

(Zdroj: interní dokumentace dodavatele Valkwelding)

Hlavní vlastnosti:

- Kompaktní konstrukce
- 64bitový RICS procesor
- Max. 27 řízených os
- Ethernet připojení do sítě
- Device Net, Profibus, CC-Link (opce)
- Standardní paměť pro 40.000 bodů, rozšiřitelná na 800.000bodů
- SD/SDH paměťová karta, 2xUSB
- Standardně 40 I/O, max. 2048 I/O
- Start systému za 30s
- Dobrá dostupnost komponent řídicí jednotky
- Zabudovaný svařovací zdroj
- MIG/MAG/TIG svařování s jedním svařovacím zdrojem
- Softwarové opce pro svařování pozinkovaných materiálů
- Unikátní technologie řízení svařovacího procesu

Programovací panel (Teach pendant – TP)

Ovládací a programovací panel byl navržen s požadavkem lehké a snadno ovladatelné konzoly. Veškeré ovládací funkce mimo pohybu robota jsou řešeny softwarově, což umožňuje vyvíjet software robota bez nutnosti změny panelu. Krokovací multifunkční kolečko je koncept, který umožní programátorovi pohybovat s robotem potřebnou rychlostí velmi jednoduše.

Hlavní vlastnosti:

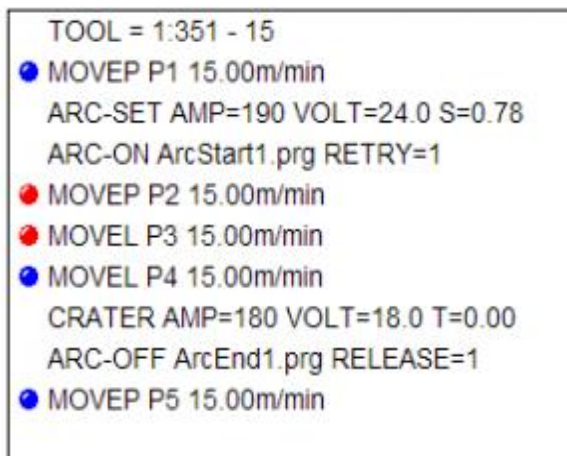
- Hmotnost pod 1 kg
- Windows® CE programovací prostředí
- 7" TFT barevný LCD display
- Snadná ovladatelnost
- Integrované bezpečnostní prvky
- 3D ovládací kolečko
- Intuitivní obsluha
- Příkazy formou ikon
- Software připraven pro obloukové svařování
- 4 úrovně přístupových práv – ochrana programů proti editaci
- Okamžitá orientace v programu

Programovací prostředí

Všechny operace na programovacím panelu jsou díky Windows CE a ovladači „jog dial“ velmi jednoduché. Panasonic roboti jsou speciálně navrženi jako svařovací roboti a veškerý princip je postaven na požadavku, že ten, kdo umí svařovat, musí se rychle naučit tyto roboty rovněž programovat. Výsledkem je velmi jednoduchý a intuitivní způsob programování, používající symboly a jednoduché menu. Polohu hořáku lze díky krokovacímu kolečku upravit po krocích od 0,01 mm a tím ustavit robota do přesné polohy pro dosažení nejlepšího výsledku svařování. (Kovot invest interní nabídka, 2021)

Programovací jazyk

Programovací jazyk robotů Panasonic je jazyk snadno čitelný a vznikl evolucí předchozího jazyka, ve kterém najdete mnoho let praktických zkušeností s



```
TOOL = 1:351 - 15
● MOVEP P1 15.00m/min
  ARC-SET AMP=190 VOLT=24.0 S=0.78
  ARC-ON ArcStart1.prg RETRY=1
● MOVEP P2 15.00m/min
● MOVEP P3 15.00m/min
● MOVEP P4 15.00m/min
  CRATER AMP=180 VOLT=18.0 T=0.00
  ARC-OFF ArcEnd1.prg RELEASE=1
● MOVEP P5 15.00m/min
```

programováním robotických svařovacích aplikací. V této ukázce jsou svařovací parametry zapsány v samostatných řádcích pro snadnou úpravu bez nutnosti zasáhnout do ostatních částí programu. Ale mimo to, je možné použít svařovací tabulky, takže jakmile jsou svařovací parametry jednou definovány, mohou být použity pro každý program.

Obrázek 16 - programovací jazyk

(Zdroj: interní dokumentace dodavatele Valkwelding)

Svařovací zdroj TAWERS WG/WGH

- 100kHz invertorový svařovací zdroj integrovaný v řídicí jednotce robota.
Následující svařovací procesy jsou standardní:
 - Panasonic SP-MAG pro svařování ve zkratu s minimum rozstříku
 - Panasonic HD-Pulse pro pulsní svařování bez zápalu při současném velkém průvaru
 - Standardní svařovací zkratové nebo pulsní procesy svařování
- Mnoho volitelných svařovacích procesů:
 - Panasonic DC TIG, s nebo bez přídavného drátu
 - Panasonic HD-MAG
 - Panasonic Zi-Tech svařování pozinkovaných materiálů
 - MIG pájení
- Extrémně vysoká komunikační rychlost mezi řízením robota a svařovacím zdrojem až 250 x rychlejší než standardní digitální komunikace
- Velice krátké časy pro zapálení/zhasnutí oblouku (méně než 0.2 sec.)
- Více režimů svařování – zkratový, pulsní, SP-MAG, HD Puls (Hyper Dip Pulse)
- Konstantní rychlost podávání díky servomotoru integrovanému v podavači drátu

- Monitor široké škály svařovacích parametrů jako standardní vybavení (Kovot invest interní nabídka, 2021)
- Ostré zakončení drátu po ukončení svaru (snížení pravděpodobnosti problémů se zapálením)
- Nízká míra rozstříku
- Servo-řízený podavač drátu
- Řada volitelných funkcí pro funkci svařovacího procesu a svařovacího robota jako Synchronous Low Pulse and Spiral Weaving

3.1.3 Technické parametry

Tawers WG

- Svařovací proud 30–350 A
- Svařovací napětí 12–36 V
- Podavač drátu: 50 W–14 m/min – 162 Nm
- Zatěžovatel 80% pro svařování ve zkratu, 100% při 310 A
- Zatěžovatel 60% pro svařování v pulsu, 100% při 270 A

Tawers WGH (Heavy-Duty)

- Svařovací proud 30–450 A
- Svařovací napětí 12–42 V
- Heavy Duty podavač drátu : 100W – 20m/min - 198 Nm
- Zatěžovatel 100%

3.1.4 Aplikační technika

Vodou chlazené svařovací vybavení typ VWP-R-QE

Pro maximální využití výkonu svařovacího robota Panasonic je důležité použít vhodný robotický svařovací hořák a příslušenství. Vysoké nároky na flexibilitu a přesnost hořáku i kolizní ochranu, splňuje svařovací vybavení ValkWelding VWP-R-QE.

Toto vybavení obsahuje:

- Robotický hořák, typ VWP-R
- Integrovaný pneumatický bezpečnostní držák s nastavitelnou citlivostí
- Kabelové vedení se systémem rychlé výměny QE (quick exchange) ve standardních délkách v závislosti na použitém modelu robota



Obrázek 17 – kabeláž

(Zdroj: interní dokumentace dodavatele Valkwelding)

Kabelové vedení QE Quick Exchange je velmi robustní kabelová sestava s delší životností, kterou lze díky jedinečnému spojovacímu systému rychle a snadno vyměnit.

Systém je extrémně robustní a vyznačuje se následujícími vlastnostmi:

- Kompletní svařovací vybavení Valk Welding
- Kalibrované TCP
- Integrovaný pneumatický bezpečnostní držák
- Snadná a rychlá výměna hořáku
- Zvýšená efektivita chlazení, důležitá pro vysoko výkonné svařování
- Standardně vybaven patentovaným systémem upínání drátů v hořáku pro opci vyhledávání drátem “Quick Touch”
- Rychlo upínací adaptér pro připojení kabelového svazku k podavači drátu
- Bajonetový systém upnutí plynové hubice



Obrázek 18 – hořák

(Zdroj: interní dokumentace Valkwelding)

Proč je kalibrace hořáku tak důležitá:

- Při výměně hořáku není nutné provádět korekci programů
- Nezbytné pro instalace s off-line programováním
- Jednotnost svařovacího vybavení po několik let
- Jeden z důležitých prvků pro snadný přenos programů mezi různými instalacemi



Obrázek 19 - kalibrace hořáku

(Zdroj: interní dokumentace Valkwelding)

Pro chlazení svařovacích hořáků a kabelových svazků používáme standardně zařízení s kompresorovým chlazením a kontrolou teploty. Toto zařízení zaručuje stálou teplotu chladicí kapaliny.

Kompresorové chlazení

Při výkonném robotickém svařování je velmi důležité udržovat konstantní teplotu a správné chlazení svařovacího hořáku. Použitím kompresorové chladicí jednotky se zajistí:

- optimální přenos elektrické energie mezi svařovací špičkou a svařovacím drátem
- zvýšení životnosti svařovacích špiček a následné méně časté prostoje výroby z důvodu výměny svařovací špičky
- stálá chladicí teplota bez ohledu na teplotu prostředí (Kovot invest interní nabídka, 2021)



Obrázek 20 - kompresorové chlazení

(Zdroj: interní

dokumentace dodavatele

3.1.5 Výhody svařovacího robota

- větší produktivita
- kvalitnější svařované spoje
- nepotřebná svářečská kvalifikace
- lehká obsluha robota

3.1.6 Nevýhody svařovacího robota

- vysoká pořizovací cena
- vyšší přesnost umístění dílů v přípravku

3.2 Ekonomické zhodnocení – metody hodnocení investice

Abychom mohli vypočítat dobu návratnosti investice, musíme nejdříve znát cenu robota a příslušenství k němu patřící. Dodavatel svařovacího vybavení ValkWelding poslal našemu podniku konkrétní nabídku, která je specifická a vytvořená přesně podle našich požadavků. Základní položky, které musí nabídka obsahovat jsou položky robotizace a služby. Svařovací robot a příslušenství od dodavatele ValkWelding byly vybrány především díky skvělým podmínkám realizace. Výrobce robotů nám totiž nabízí nejen transport robota a příslušného vybavení, ale i jejich přesnost instalaci a montáž.

3.2.1 Rozsah dodávky a cena

ROZSAH DODÁVKY A CENA

Pol.	Množství	Popis	Cena celkem
1	1	Robotizace Svařovací buňka ITM 1400 WG Svařovací buňka ITM 1400 WG obsahující: - Robot TM1400WG - Integrovaným svařovacím zdrojem TAWERS WG 350 - I/O 16x - Trafo 30KVA - Programovací box Teach Pendant - Plynem chlazený svařovací hořák. - Otočným stůl s ručním otáčením. - Základní rám pro umístění všech prvků - Bezpečnostní oplocení a servisní dveře - Kompletní bezpečnostní prvky	€ 65.000
2	1	Služby Transport a pojištění na adresu zákazníka, včetně montáže a instalace pro standardní buňku nebo H-rám	€ 2.900
3	1	Základní školení programování pro roboty Panasonic G2/G3 - technické centrum Paskov - max. 3 osoby - 3 dny - doprava a ubytování nejsou zahrnuty v ceně	€ 2.375
Cena celkem pol. 1 - 3			€ 70.275

Obrázek 21 - rozsah dodávky a cena svařovacího robota

(Zdroj: interní dokumentace dodavatele Valkwelding)

K těmto dvěma základním položkám uvedených v tabulce dodavatel nabízí i další vybavení, které je možné prodiskutovat, popřípadě zvážit jeho koupi. Po konzultaci se firma rozhodla koupit další nezbytné vybavení nabízené výrobcem robotů. Toto vybavení, po diskusi s dodavatelem svařovací techniky, je vhodné k doplnění základních nabízených položek:

Volitelné vybavení k diskuzi			
4	1	Rovnáč přípravek pro VWP-R hořák	€ 525
5	1	Jednotka pro čištění hořáku, typ BRG 2000	€ 1.850
6	1	SMC Chladicí jednotka hořáku kompresorová, filtr pro chladicí vodu je součástí dodávky	€ 3.500
8	1	Wire Wizard sada pro FRAME-IT Sada pro odběr svařovacího drátu ze sudu	€ 1.130

Obrázek 22 - volitelné vybavení k svařovacímu robotu

(Zdroj: interní dokumentace dodavatele Valkwelding)

Tedy celková částka zaplacená za svařovací buňku, svařovacího robota a jeho příslušenství je 77 280 €, v přepočtu **1 932 000 Kč**. Díky vypočítané částce můžeme vypočítat investiční návratnost.

3.2.2 Statické metody hodnocení investice

U statických metod výpočtu je velká nevýhoda v tom, že do přepočtů není zahrnut faktor času, ten je zvažován pouze omezujícím způsobem. Mezi hlavní nedostatky patří také to, že tyto metody nezahrnují faktor rizika. (Vochozka, 2011)

- **Doba návratnosti** – Dobu návratnosti jsem vypočetla pomocí tabulky, která je níže. Doba návratnosti by měla být kratší než polovina doby životnosti investice.

$$\sum_{n=1}^{PP} CF_n = K$$

CF = příjmy plynoucí z investice v jednotlivých letech

K = kapitálové výdaje

(tis. Kč)		úhrn za období	z toho v roce															
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	příjmy	7 800	0	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520
2	provozní výdaje	2 110	0	80	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
3	příjmy z investice	5 690	0	440	440	430	420	410	400	390	380	370	360	350	340	330	320	310
5	kapitálový výdaj	1 950	1950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka 5 - doba návratnosti

V následující tabulce můžeme vidět úhrn příjmů, výdajů a příjmů z investic. Jelikož svařovací robot i s příslušenstvím stojí 1 950 000 Kč, vrátí se nám investice mezi 4. a 5. rokem. Konkrétně za **4,5365** roku.

3.2.3 Dynamické metody hodnocení investice

Dynamické metody na rozdíl od metod statických využívají faktor času. Všechny vstupní parametry jsou diskontovány na současnou hodnotu, v diskontním faktoru je totiž promítnuto jak působení času, tak i rizika. (Scholleová, 2009)

- **Čistá současná hodnota** – Čistá současná hodnota nám vlastně říká, jaký je rozdíl mezi příjmy z investice a kapitálovými výdaji.

$$\check{C}SH = \sum_{n=1}^N \frac{CF_n}{(1+i)^n} - K$$

CF = příjmy z investice v jednotlivých letech životnosti

i = úroková sazba vyjádřená v desetinném čísle (10%)

n = jednotlivé roky životnosti

N = doba životnosti

K = kapitálové výdaje

ČSH kladná = pokud čistá současná hodnota vyjde kladná, investice do projektu se vyplatí.

ČSH záporná = je-li čistá současná hodnota záporná, investice se nevyplatí.

ČSH rovna 0 = vyjde-li nám při výpočtu 0, investice podniku nic nepřinese, nevydělá ani neprodělá, vzhledem k předchozímu stavu.

$$\begin{aligned} \check{C}SH &= \frac{440\,000}{(1+0,1)} + \frac{440\,000}{(1+0,1)^2} + \frac{430\,000}{(1+0,1)^3} + \frac{420\,000}{(1+0,1)^4} + \frac{410\,000}{(1+0,1)^5} + \frac{400\,000}{(1+0,1)^6} + \frac{390\,000}{(1+0,1)^7} + \\ &\frac{380\,000}{(1+0,1)^8} + \frac{370\,000}{(1+0,1)^9} + \frac{360\,000}{(1+0,1)^{10}} + \frac{350\,000}{(1+0,1)^{11}} + \frac{340\,000}{(1+0,1)^{12}} + \frac{330\,000}{(1+0,1)^{13}} + \frac{320\,000}{(1+0,1)^{14}} + \\ &\frac{310\,000}{(1+0,1)^{15}} - 1\,950\,000 = 1\,061\,967 \text{ Kč} \end{aligned}$$

Čistá současná hodnota nám vyšla **1 061 967 Kč**, tedy nám vyšla kladně. Příjmy z investice jsou vyšší než kapitálové výdaje, investice přispívá k růstu hodnoty podniku.

- **vnitřní výnosové procento** – Vnitřní výnosové procento nám označuje relativní výnos (rentabilitu), kterou investice přináší během své doby životnosti. Vnitřní výnosové procento můžeme definovat také jako diskontní sazbu, při které se $NPV = 0$.

$$VVP = i_n + \frac{\check{C}SH_n}{\check{C}SH_n - \check{C}SH_v} * (i_v - i_n)$$

Čím vyšší je vnitřní výnosové procento, tím větší je její relativní výnos. Investici lze považovat za výhodnou, pokud je IRR vyšší než podnikem požadovaná minimální výnosnost investice. Minimální požadovaná míra efektivnosti investice byla podnikem stanovena na 15%.

Vnitřní výnosové procento jsem vypočítala s pomocí čisté současné hodnoty. Ta nám vyšla 1 061 967 Kč, tedy vyšla kladně. Následně jsem znovu vypočítala $\check{C}SH_n$ – čistou současnou hodnotu, ale s jinou sazbou. Sazbu jsem si určila 30%, protože je potřeba, abych se výsledkem dostala do záporné hodnoty. Další $\check{C}SH_v$ vyšla – 618 883 Kč. Následně jsem už jen dosadila do vzorečku a výsledek vyšel 0,226, tedy **22,6%**. Minimální požadovaná míra efektivnosti investice byla podnikem stanovena na 15%, tudíž je investice přijatelná.

- **Index ziskovosti** – index ziskovosti by se dal definovat jako poměr diskontovaných příjmů z investice a kapitálových výdajů.

$$PI = \frac{\sum_{n=1}^N \frac{CF_n}{(1+i)^n}}{K}$$

$PI > 1$ – NPV je kladná = investici můžeme doporučit k realizaci.

$PI < 1$ – NPV je záporná = investice se podniku nevyplatí.

Čím vyšší bude index ziskovosti, tím bude celá investice ekonomicky výhodnější.

Index ziskovosti bude vypočítán s pomocí následující tabulky.

(tis. Kč)		úhrn za období	z toho v roce															
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	příjmy	7 800	0	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520
2	provozní výdaje	2 110	0	80	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
3	příjmy z investice	5 690	0	440	440	430	420	410	400	390	380	370	360	350	340	330	320	310
4	diskontované příjmy z investice (i = 10%)	3 012	0	399,9	363,6	323,1	286,9	254,6	225,8	200,1	177,3	156,9	138,8	122,7	108,3	95,6	84,3	74,2
5	kapitálový výdaj	1 950	1950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka 6 - index ziskovosti

Díky uvedené tabulce můžeme nyní vypočítat index ziskovosti. Vypočítáme ho tak, že podělíme součet všech diskontovaných příjmů kapitálovým výdajem. Index ziskovosti nám vyšel **1,545** – tím pádem $PI > 1$, to znamená, že investici lze doporučit k realizaci.

- **diskontovaná doba návratnosti** – Diskontovaná doba návratnosti nám říká, za jak dlouho se z diskontovaných příjmů z investice splatí kapitálové výdaje.

$$K = \sum_{n=1}^{PP_d} \frac{CF_n}{(1+i)^n}$$

Pokud chceme, aby byla investice požadována za efektivní, musí být její diskontovaná doba návratnosti kratší než doba životnosti investice.

Diskontovaná doba návratnosti bude počítána z níže uvedené tabulce.

(tis. Kč)		úhrn za období	z toho v roce															
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	příjmy	7 800	0	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520
2	provozní výdaje	2 110	0	80	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
3	příjmy z investice	5 690	0	440	440	430	420	410	400	390	380	370	360	350	340	330	320	310
4	diskontované příjmy z investice (i = 10%)	3 012	0	399,9	363,6	323,1	286,9	254,6	225,8	200,1	177,3	156,9	138,8	122,7	108,3	95,6	84,3	74,2
5	kapitálový výdaj	1 950	1950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka 7 - diskontovaná doba návratnosti

Diskontovaná doba návratnosti se vypočítá téměř stejně jako doba návratnosti, ale počítáme s diskontovanými příjmy z investic. Podle výpočtu vychází diskontovaná doba návratnosti **6,48 let**.

Diskontované příjmy z investice jsou 3 012 000 Kč. Po odečtení ceny robota mi vyjde částka **1 229 000 Kč**. Přesně tuhle sumu vydělá podnik na svařovacím robotu.

Závěr

V bakalářské práci byla vypracována nejdříve teoretická část, která popsala všechny důležité informace týkající se analytické části. Abychom vybrali vhodného svařovacího robota, bylo potřeba nejdříve analyzovat současný stav procesu svařování. Analýza se skládala z představení podniku a předmětu jeho podnikání, dále jsme si představili sortiment služeb a organizační strukturu podniku. Následoval popis pracoviště vybrané technologie a určení dílů, které se mohou svařovat svařovacím robotem. Hlavní částí analytické části však bylo porovnání dvou nabídek od dodavatele robotů a následné porovnání produktivity svařovacího robota se svářečem, což mi pomohlo zjistit finanční úsporu. K výběru vhodné nabídky mi posloužila váhového hodnocení podle pořadí. Informace získané na základě této analýzy posléze sloužily k výběru vhodné nabídky. Analýza výrobků a váhového hodnocení podle pořadí poskytovala stěžejní informace pro a návrh automatizovaného robotického pracoviště. Při analýze výrobků byly vybrány svařence vhodné ke svařování robotem, ale hlavně po konzultaci s jednatelem podniku a dodavatelem robotů vyplynuly informace o počtu vyrobených kusů za rok, o velikosti výrobní dávky, o normovaném času svařování svářeče i robota a o nákladech při ručním svařování.

Po výběru vhodné nabídky jsem vyhodnotila tuto nabídku a určila důvody jejího výběru. Po této kapitole následoval výpočet finanční úspory při využití robota za rok, která činila cca **520 000 Kč**. Následovala kapitola vlastních návrhů řešení, konkrétně specifikace vybrané nabídky – v této kapitole jsou základní informace o vybraném svařovacím robotu a svařovací technice a určení konfigurace pracoviště.

Jako nejvhodnější byl vybrán svařovací robot od dodavatele svařovací techniky ValkWelding. Valkwelding splnil všechny podmínky potřebné ke koupi robota, jeho pořizovací cena byla **1 950 000 Kč**. Rozhodujícím faktorem, proč byl tento svařovací robot vybrán, bylo to, že dodavatel nabízí k robotu i svařovací buňku a její vybavení. V ceně je také dovoz a instalace svařovacího robota i buňky. Svařovací buňka je přesně navržena pro naši firmu, pro naši situaci. Automatizovanou svařovací buňkou od dodavatele svařovacího robota je možné svařovat všechny díly, které byly vybrány v kapitole svařované díly na základě konzultace s vedením podniku a dodavatelem svařovacího robota.

Poslední částí práce je kapitola přínos návrhů řešení. Bylo provedeno ekonomické zhodnocení pomocí metod hodnocení investic. Abych investici vyhodnotila, musela jsem nejprve určit cenu svařovacího robota a příslušenství. Tu jsem zjistila díky nabídce firmy, kterou jsem vložila do kapitoly výpočtu investiční návratnosti. Součtem cen nabízených konfigurací jsem dostala částku za celou tuhle investici, byla to částka 1 950 000 Kč.

Následovaly už samostatné výpočty vedoucí k vyhodnocení investice. Použila jsem statické a dynamické metody výpočtu. Jako statickou metodu jsem si vybrala výpočet doby návratnosti. Tato metoda nezahrnovala faktor času. Díky výpočtu jsem stanovila dobu návratnosti na cca **4,5 roku**.

Další metody použité pro výpočet návratnosti investice jsou dynamické metody. Nejprve jsem vypočítala čistou současnou hodnotu, která vyšla **1 061 967 Kč**, tedy kladně. To znamená, že příjmy z investice jsou vyšší než kapitálové výdaje, takže investice přispívá k růstu hodnoty podniku.

Další použitou metodou ze skupiny dynamických metod byl výpočet vnitřního výnosového procenta. Díky této metodě jsem zjistila, že výnosnost investice je **22,6%**. Minimální požadovaná výnosnost byla 15%, takže výsledek byl velice přijatelný.

Následně jsem díky indexu ziskovosti zjistila, že investici lze doporučit k realizaci. Index ziskovosti nám vyšel **1,545** – tím pádem větší než 1. To nám říká že zisky z investice budou dostatečné, abychom mohli tento projekt realizovat.

Poslední použitou metodou byla diskontovaná doba návratnosti. Jedná se o podobnou metodu, jako byla doba návratnosti, ale u diskontované doby návratnosti se zaobíráme faktorem času. Podle výpočtu vychází diskontovaná doba návratnosti **6,48 let**.

Jelikož životnost robota je 15 let a doba návratnosti s faktorem času 6,48 let, bude firma zbylých přibližně **8,5 roku** na svařovacím robotu už jen vydělávat.

Přínos svařovacího robota vidím hlavně ve zvýšení efektivity a produktivity, ale také ve snížení času svařování. Také si myslím, že v dnešní době firmy dost přechází k různým automatizovaným technologiím a inovacím. Proto je zavedení svařovacího robota krokem vpřed. Hlavním přínosem je i zisk, který bude firma skrze robota tvořit. Podle výpočtu za uvedených 15 let doby životnosti svařovacího robota tento zisk bude činit **1 229 000 Kč**.

Prvním dílčím cílem práce bylo vyhodnocení dvou obdržených nabídek svařovacích robotů a výběr té vhodnější. Dalším dílčím cílem byl výpočet finanční úspory, kterou podnik bude mít při koupi vybraného svařovacího robota. Třetím dílčím cílem bylo ekonomické zhodnocení investice. Při výběru vhodné nabídky svařovacího robota byla použita metoda váhového hodnocení podle pořadí. Při výpočtech, týkajících se ekonomického zhodnocení, byly použity statické a dynamické metody hodnocení investic. Všechny dílčí cíle práce byly splněny.

Skrze všechny analýzy a metody použité k výběru robota a k hodnocení investice jsem dospěla k závěru, že pro podnik je vhodné využít svařovacího robota. Svařovací robot přispěje k dalšímu rozvoji podniku, vzhledem ke krátké investiční návratnosti a vysoké efektivitě svařování.

Seznam použité literatury

7 Common Types of Robotic Welding Processes and When They're Used. Robotics Online [online]. Ann Arbor (Michigan): Robotic Industries Association, ©2008-2019, 28.11.2017 [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <https://www.robotics.org/blog-article.cfm/7-Common-Types-of-Robotic-Welding-Processes-and-When-They-re-Used/72>

AMBROŽ, Oldřich, Bohumil KANDUS a Jaroslav KUBÍČEK. Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů. Ostrava: Zeross, 2001. Svařování. ISBN 80-85771-81-0.

Automatic Identification and Data Collection Systems. Front Cover. Jonathan Daniel Cohen. McGraw-Hill, 1994 - Automatic data collection systems - 245 pages. PISKACĚ, Luděk. Průmyslové roboty. Plzeň: Západočeská univerzita, 1999. ISBN 80-7082-554-5.

BENEŠ, L. Přehled svařování. In: Cvut.cz [online]. ČVUT, 2013 [cit. 2016-02-02].

Dostupné z

http://users.fs.cvut.cz/libor.benes/vyuka/svarovani/UT_01_Prehled_svarovani_T08.pdf

HODIS, Zdeněk. Strojírenská technologie. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2013. 90 s. ISBN 9788021062566

HRIVŇÁK, I. Zváranie a zvariteľnosť materiálov. 1. vyd. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 2009. 486s. ISBN 978-80-227-3167-6.

IMAI, M. Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1621-0.

JUROVÁ, M. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.

KOŘÁN, Pavel. 2013. Seriál na téma lasery – základní princip laseru a jejich dělení. Lao. [online]. [cit. 23. 4. 2018]. Dostupné z: <http://www.lao.cz/lao-info-49/serial-na-temalasersy---zakladni-princip-laseru-a-jejich-deleni-127>.

KOVAŘÍK, Rudolf a František ČERNÝ. Technologie svařování. 2. vyd. Plzeň: ZČU, 2000. ISBN 80-7082-697-5.

Kovot – Výtahové dveře a kovovýroba – Kovot Invest. Kovot – Výtahové dveře a kovovýroba – Kovot Invest [online]. Copyright © 2019 KOVOT INVEST s.r.o. [cit. 16.05.2021]. Dostupné z: <https://kovot.cz/>

Kovot invest nabídka. Kovot invest nabídka [online]. ValkWelding Group. Místecká 985, Paskov. Kovot invest nabídka 2021 [cit. 2021-16-05].

KRUMML, Vincenc, Milan ŠTEFL. Transformátory pro obloukové svařování. Praha: SNTL, 1979

LIKER, J. K. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7.

NĚMEJC, Jiří. Průmyslové roboty a robotizace strojírenské výroby. 2. upr. vyd. Plzeň: Vysoká škola strojní a elektrotechnická, 1991. ISBN 80-7082-033-0.

Object moved. Object moved [online]. [cit. 16.05.2021]. Dostupné z: <http://www.svarecky-elektrody.cz>

PRIMUS, František. Technologie svařování. Praha: SNTL, 1961

REED, Brian. Complete Guide to Robotic Welding. Fairlawn Tool [online]. Westminster (Maryland): Fairlawn Tool, ©2016, 13.12.2017 [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <https://www.fairlawntool.com/blog/complete-guide-robotic-welding/>

ŘEPA, V. Procesně řízená organizace. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4128-4

Schinkmann s.r.o. - Svářecí technika. Schinkmann s.r.o. - Svářecí technika [online]. Copyright © Schinkmann s.r.o. Všechna práva vyhrazena [cit. 16.05.2021]. Dostupné z: <https://www.schinkmann.cz/obloukove-svarovani-v-ochranne-atmosfere-plynu>

SCHOLLEOVÁ, H. Investiční controlling : Jak hodnotit investiční záměry a řídit podnikové investice. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2009. 285 s. ISBN 978-80-247-2952-7.

SCHWARZ, Jiří. Automobily Škoda Fabia II: konstrukce, technika, údržba. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2155-2.

SKAŘUPA, J.: Průmyslové roboty a manipulátory [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, [2008] [cit. 2020-02-11]. ISBN 978-80-248-1522-0.

SVOZILOVÁ, A. Zlepšování podnikových procesů. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.

VOCHOZKA, Marek. Metody komplexního hodnocení podniku. Praha: Grada, 2011. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-3647-1.

Welding technology. PIRES, J.Norberto, Loureiro A. a Gunnar BOLMSJÖ. Welding robots: technology, system issues and applications. London: Springer, 2006, s. 27-71. ISBN 978-1-85233-953-1.

Seznam obrázků

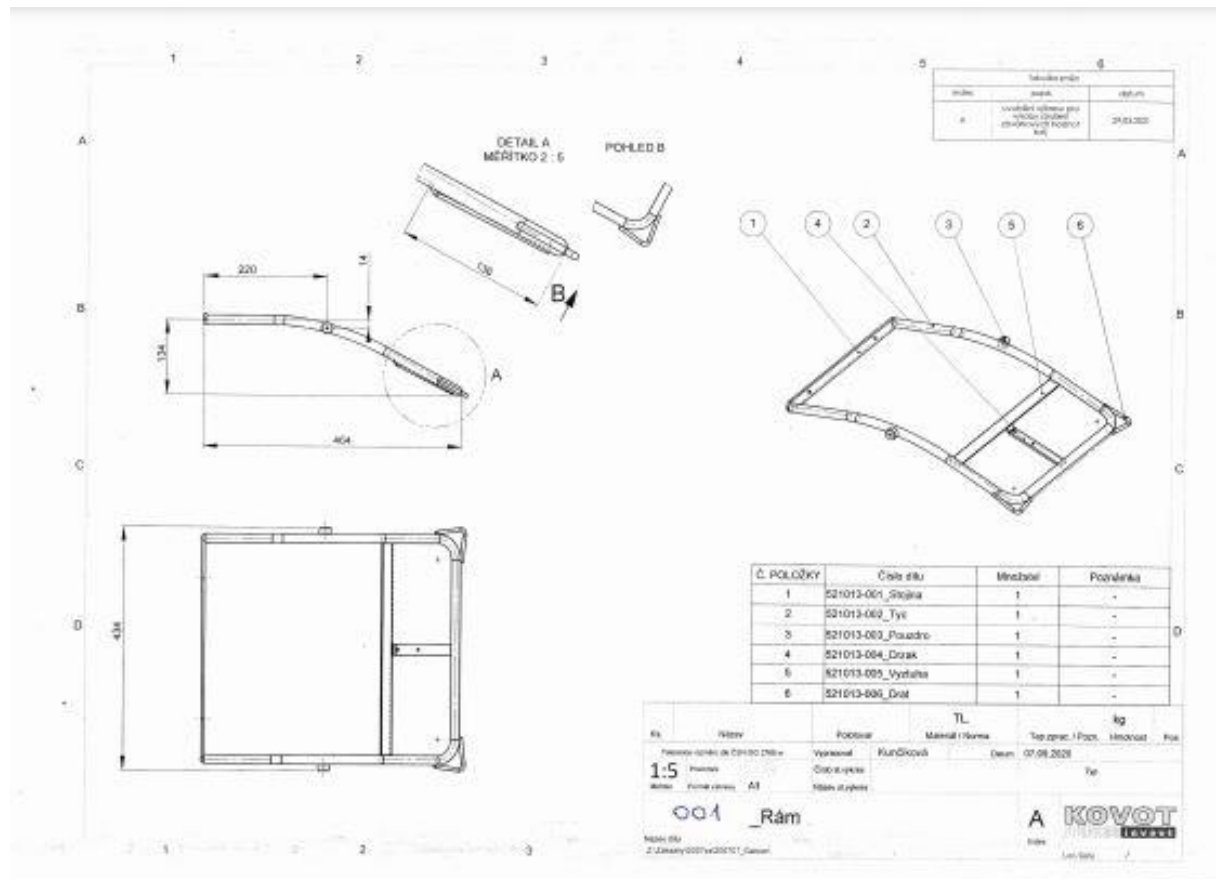
Obrázek 1- druhy svařování.....	15
Obrázek 2 - ruční svařovací plamen	18
Obrázek 3 - schéma procesu svařování MIG/MAG	22
Obrázek 4 - Svařování netavící se wolframovou elektrodou v inertním plynu	24
Obrázek 5 - Metoda MIG/MAG	26
Obrázek 6 . organizační struktura podniku	37
Obrázek 7 - grafické znázornění svařovací buňky.....	44
Obrázek 8 - grafické znázornění svařovací buňky.....	45
Obrázek 9 - grafické znázornění svařovací buňky.....	45
Obrázek 10 - rozměry svařovací buňky	46
Obrázek 11 - rozměry svařovací buňky	46
Obrázek 12 - fotka svařovací buňky	47
Obrázek 13 - fotka svařovací buňky	47
Obrázek 14 - navržený svařovací robot	48
Obrázek 15 - řídicí systém.....	49
Obrázek 16 - programovací jazyk.....	51
Obrázek 17 – kabeláž.....	53
Obrázek 18 – hořák.....	54
Obrázek 19 - kalibrace hořáku.....	54
Obrázek 20 - kompresorové chlazení	55
Obrázek 21 - rozsah dodávky a cena svařovacího robota.....	56
Obrázek 22 - volitelné vybavení k svařovacímu robotu	56

Seznam tabulek

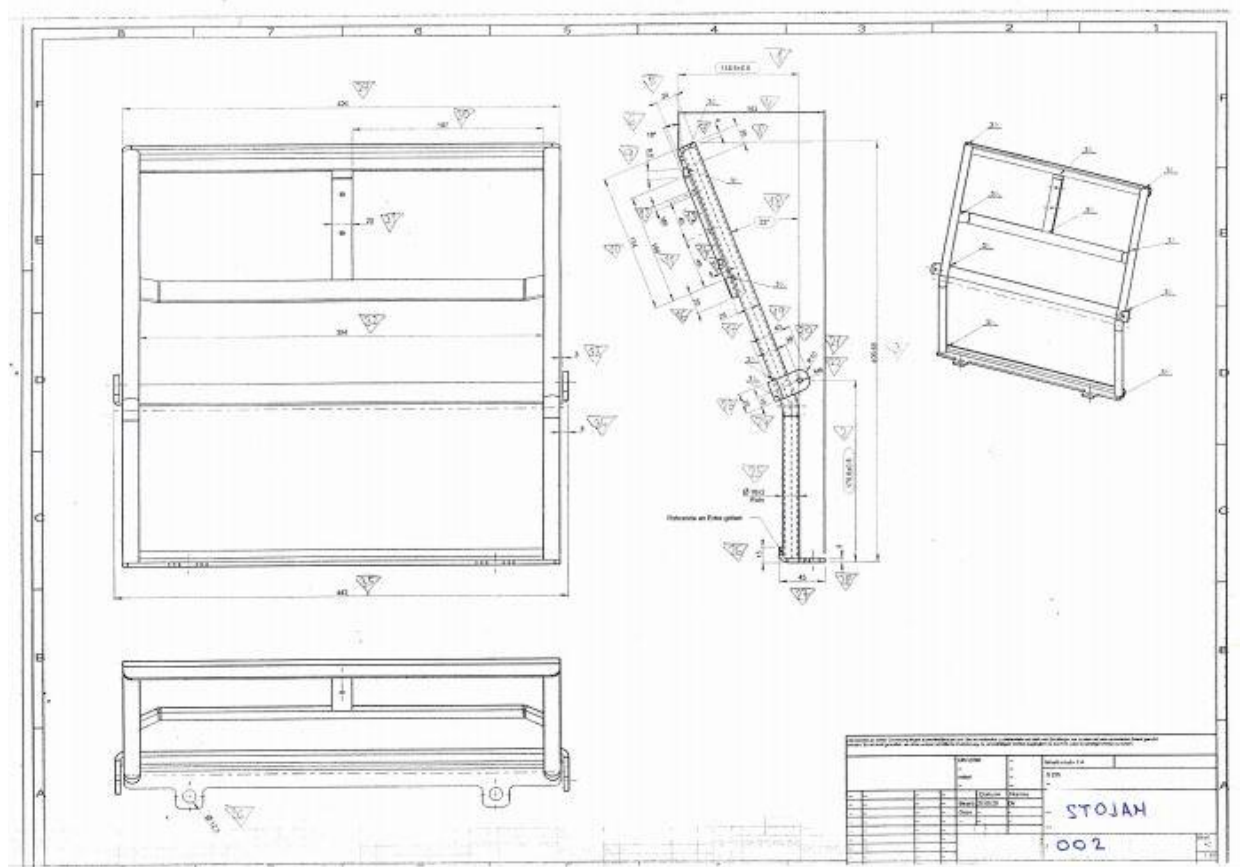
Tabulka 1 - porovnání nabídek svařovacích robotů.....	40
Tabulka 2 - vyhodnocení nabídek.....	40
Tabulka 3 - základní informace o vybraném robotu.....	42
Tabulka 4 - finanční úspora při využití svařovacího robota	43
Tabulka 5 - doba návratnosti	57
Tabulka 6 - index ziskovosti	60
Tabulka 7 - diskontovaná doba návratnosti	60

Přílohy

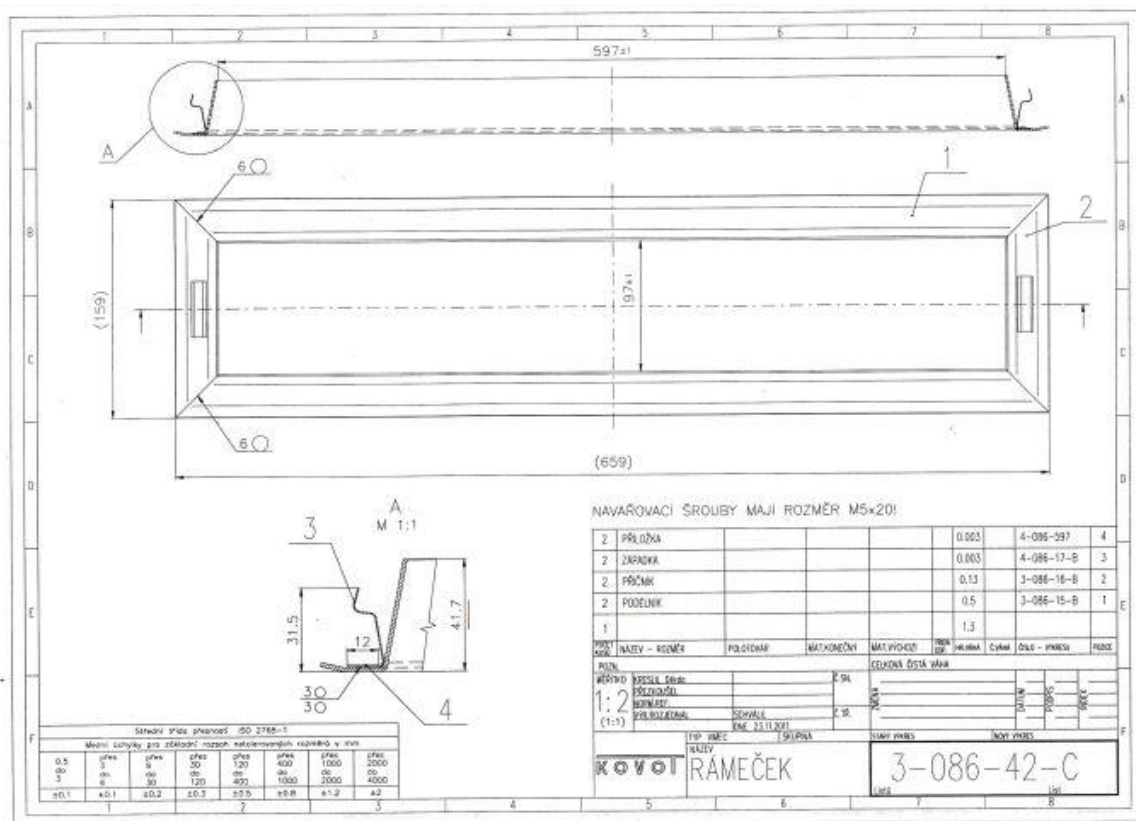
Příloha č. 1 – výkres rámu 001



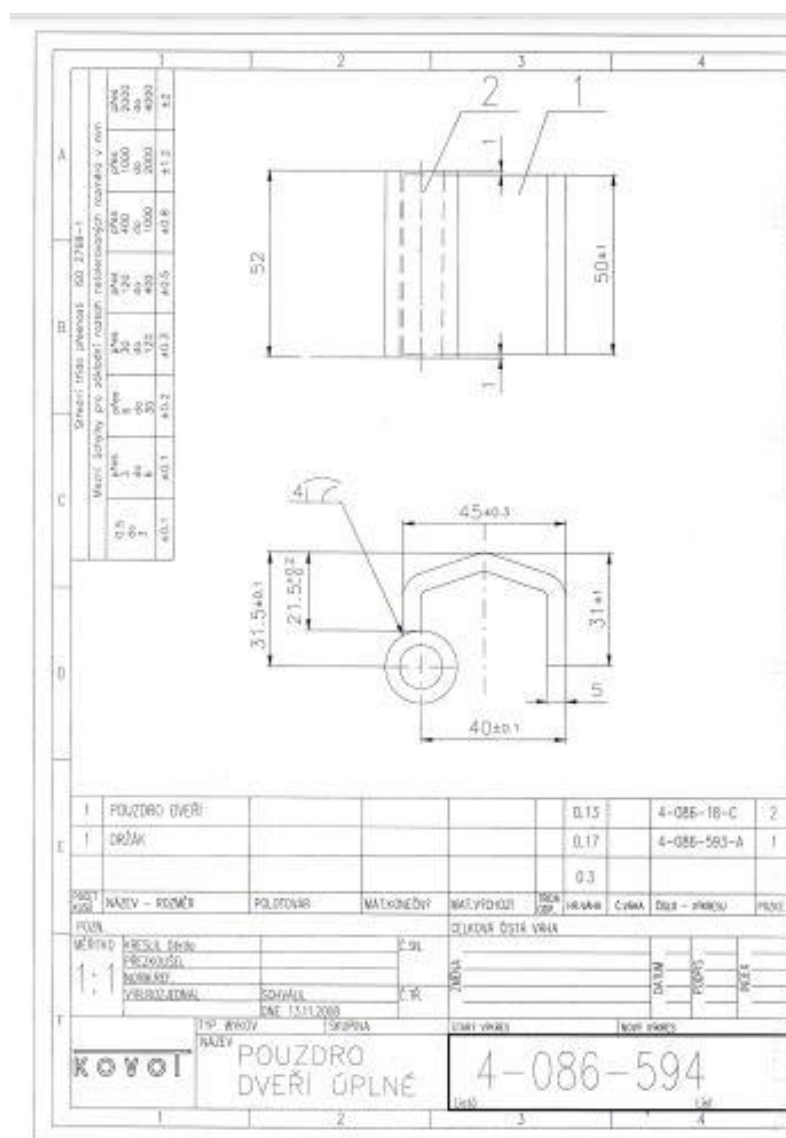
Příloha č. 2 – výkres stojanu 002



Příloha č. 3 – výkres rámečku 3-086-42-C



Příloha č. 4 – výkres pouzdra dveří zárubně 4-086-594



Příloha č. 5 – výkres závěsu zárubně 4-086-595

